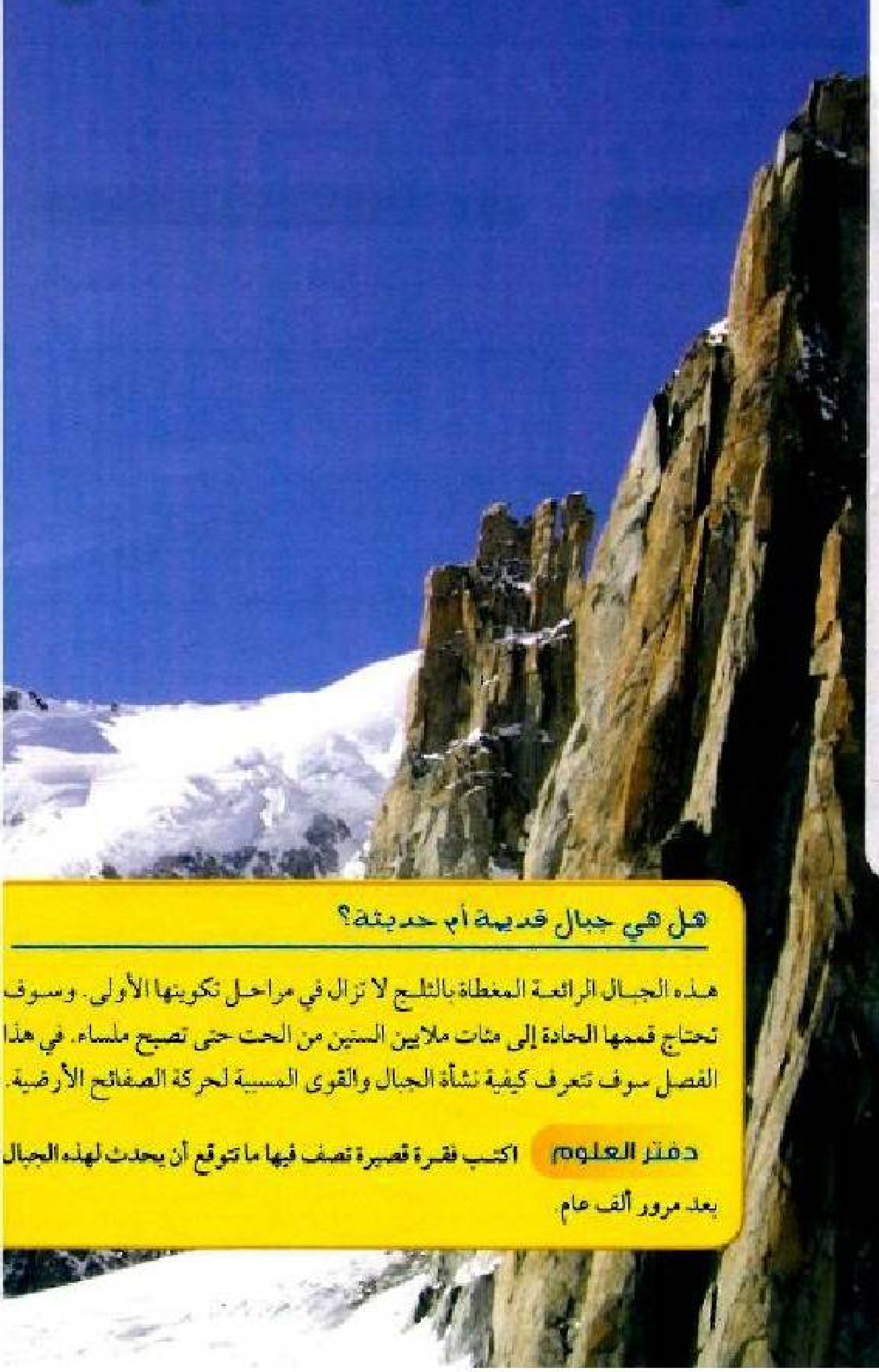
الفصل ٦

القوى المشكَّلة للأرض



الفكرة العامة

العديد من التضاريس الأرضية تشكّلت بوساطة قوى مصدرها الأرض.

الدرس الأول

صفائح الأرض المتحركة

الفكرة الرئيسة تتحرك صفائح الأرض بفعل القوة الداخلية فيها، وينتج عنها تكون أربعة أنواع من الجبال وهي جبال الكتل المتصدعة والمطوية والناهضة والبركانية.

الدرس الثاني

التجوية والتعرية وأثرهما

الفكرة الرئيسة تؤثر عوامل التجوية والتعرية مثل الجاذبية والجليديات والرياح والماء في تغير سطح الأرض، بالإضافة إلى الزمن والمناخ.

هل هي جبال قديمة أم حديثة؟

هذه الجبال الرائعة المغطاة بالثلج لا تزال في مراحل تكوينها الأولى. وسوف تحتاج قممها الحادة إلى مئات ملايين السنين من الحت حتى تصبح ملساء. في هذا الفصل سوف تتعرف كيفية نشأة الجبال والقوى المسببة لحركة الصفائح الأرضية.

دفتر العلوم اكتب فقرة قصيرة تصف فيها ما تتوقع أن يحدث لهذه الجبال بعد مرور ألف عام.

نشاطات تمهيدية

تجربة استهلالية

عمل نموذج لباطن الأرض

يعرف الجيولوجيون معلومات كثيرة عن باطن الأرض، مع أن عمق مركزها يزيد على ٦٠٠٠ كم. استخدم طين التشكيل لعمل نموذج لباطن الأرض.

١. **احصل** على أربع قطع من الطين بألوان مختلفة.

٢. **اصنع** كرة من قطعة طين وهذا يمثل اللب الداخلي.

٣. **غلف** الكرة الأولى بغلاف طيني مستخدمًا قطعة أخرى من الطين لتمثل اللب الخارجي.

٤. **كرر** الخطوة الثالثة مستخدمًا قطعة الطين الثالثة لتمثل الستار (الوشاح). غلف النموذج بطبقة رقيقة من قطعة الطين الرابعة التي تمثل القشرة.

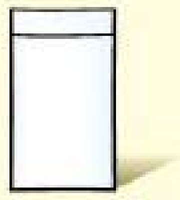
٥. **استخدم** سكينًا بلاستيكية لقطع كرة الطين نصفين.

٦. **التفكير الناقد** ارسم صورة تمثل النموذج الذي عملته، واكتب على كل طبقة اسمها.

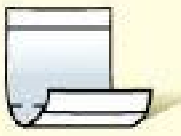
المطويات
منظمات الأفكار

باطن الأرض وسطحها اعمل المطوية التالية لتساعدك على فهم العلاقة بين باطن الأرض وسطحها.

الخطوة ١ **أحضر** ورقتين، وضع إحداهما فوق الأخرى، بحيث تكون حافة الأولى أخفض ٢,٥سم من حافة الثانية.



الخطوة ٢ **اطو** الورقتين لتشكلا أربعة ألسنة متساوية كما في الشكل.



الخطوة ٣ **ألصق** حافة المطوية جهة الطي، ثم عنون الألسنة كما في الشكل.

السبب والنتيجة أثناء قراءتك للفصل سجل المعلومات عن كل طبقة وعلاقتها بالطبقات الأخرى تحت اللسان الخاص بها.

العلوم عبر المواقع الإلكترونية
لمراجعة محتوى هذا الفصل وأنشطته، ارجع إلى الموقع الإلكتروني
www.obeikaneducation.com

أتهيأ للقراءة

التلخيص

١ أتعلّم يساعدك التلخيص على تنظيم المعلومات، والتركيز على الأفكار الرئيسة، وتقليل كمية المعلومات التي يجب عليك تذكرها، لكي تلخص أعد صياغة الحقائق المهمة في جمل أو فقرات قصيرة، على ألا يتضمن التلخيص الكثير من الأفكار.

٢ أتدرب اقرأ فقرة "حدود الصفائح" ص ١٦٠، ثم اقرأ الملخص أدناه، وانظر إلى الحقائق المهمة.

حقائق مهمة

- حدود الصفائح هي المواقع التي تلتقي عندها صفائح مختلفة.
- تؤدي القوى إلى تكوين جبال عند بعض حدود الصفائح.
- تتكون حفر انهدام ضخمة ذات نشاط بركاني عند حدود صفائح أخرى.
- في مناطق حدود ثالثة تتكون صدوع ضخمة.

ملخص

تنشأ قوى تؤثر في سطح الأرض عند حدود الصفائح بفعل الحركة المستمرة لهذه الصفائح.

٣ أطبّق تدرب على التلخيص أثناء قراءة هذا الفصل، وتوقف بعد كل درس، وحاول كتابة ملخص مختصر له.

إرشـــــاد

اقرأ ملخّصك وتأكد من عدم تغيير أفكار النص الأصلي أو معناه.

توجيه القراءة وتركيزها

ركز على الأفكار الرئيسة عند قراءة الفصل باتباع ما يلي:

١ **قبل قراءة الفصل** أجب عن العبارات التالية في ورقة العمل أدناه.

- اكتب (م) إذا كنت موافقًا على العبارة.
- اكتب (غ) إذا كنت غير موافق على العبارة.

٢ **بعد قراءة الفصل** ارجع إلى هذه الصفحة؛ لترى إن كنت قد غيرت رأيك حول أي من هذه العبارات.

- إذا غيرت إحدى الإجابات فبيّن السبب.
- صحّح العبارات غير الصحيحة.
- استعمل العبارات الصحيحة دليلاً للدراسة.

قبل القراءة م أو غ	العبارة	بعد القراءة م أو غ
	١. الطبقة الداخلية الموجودة في مركز الأرض هي لب في الحالة السائلة.	
	٢. يتجزأ الستار إلى صفائح تتحرك فوق الغلاف الصخري اللدن.	
	٣. يسمى الموقع الذي تلتقي فيه الصفائح المختلفة حدود الصفائح.	
	٤. القشرة القارية أعلى كثافة من القشرة المحيطية.	
	٥. يمكن أن تتكون الجبال البركانية في قاع المحيط.	
	٦. التجوية عملية ميكانيكية أو كيميائية تحدث لسطح الأرض، وينتج عنها تفتت الصخور إلى قطع أصغر.	
	٧. يُمكن للنباتات أن تسبب تجوية ميكانيكية.	
	٨. لا يطرأ أي تغيير على التركيب الكيميائي للصخرة أثناء أي من عمليات التجوية.	
	٩. يُعد كل من الزحف والسقوط والانزلاق الصخري والتدفق الطيني من عوامل التعرية التي تُدعى حركة الكتل الأرضية.	
	١٠. تُعد الرياح أهم عوامل التعرية.	

الدرس ١

صفائح الأرض المتحركة

في هذا الدرس

الأهداف

- **تصف** أن باطن الأرض مقسم إلى طبقات.
- **تشرح** كيف تتحرك الصفائح الأرضية.
- **تناقش** لماذا تتحرك الصفائح الأرضية.
- **تصف** كيف تتكون الجبال، وكيف تُحتُّ.
- **تقارن** بين أنواع الجبال.
- **تحدد** القوى التي تشكل جبال الأرض.

الأهمية

تتحرك صفائح الأرض مبتعدة أو مقتربة إحداها من الأخرى، أو متحاذية، وتنشأ هذه الحركة عن قوى تشكل سطح الأرض عبر أحداث مختلفة مثل بناء الجبال، وانفجار البراكين، وحدوث الزلازل.

مراجعة المفردات

الصهارة مواد صخرية منصهرة توجد تحت القشرة الأرضية.

المفردات الجديدة

- اللب الداخلي
- اللب الخارجي
- الستار (الوشاح)
- القشرة
- الغلاف الصخري
- الصفيحة الأرضية
- الصدوع
- غوص الصفائح
- جبال الكتل المتصدعة
- الجبال المطوية
- الجبال الناهضة
- الجبال البركانية

دلائل على تكوين باطن الأرض

إذا قدّم لك شخص هدية مغلفة فكيف يمكنك معرفة ما بداخلها دون أن تفتحها؟ يمكنك حملها، ورجها بلطف، أو وزنها. يمكن أن تبحث عن دلائل أخرى تساعدك على تعرف ما بداخلها. ولأنك لا تستطيع رؤية ما بداخلها فإن الملاحظات التي تقوم بها تسمى ملاحظات غير مباشرة.

وقد استخدم الجيولوجيون أسلوب الملاحظات غير المباشرة أيضًا لمعرفة ما يوجد في باطن الأرض، فعلى الرغم من أن أفضل طريقة لمعرفة محتويات باطن الأرض تتمثل في حفر نفق إلى مركزها إلا أن تنفيذ ذلك ضربٌ من المستحيل، فأعمق المناجم على الأرض لا يمثل سوى خدش على سطحها. في حين يتطلب الوصول إلى مركزها حفر نفق بعمق أكثر من ٦٠٠٠كم. إن استخدام الجيولوجيين لأسلوب الملاحظة غير المباشرة يعني جمع أدلة مختلفة عن مكونات باطن الأرض، ويتطلب ذلك دراسة الزلازل والصخور المكشوفة على سطح الأرض.

الربط مع الفيزياء

الأمواج عندما ترمي حجرًا في بحيرة أو بركة ساكنة فإنك تشاهد أمواجاً، كما في **الشكل ١**.

فالأمواج اضطراب يحمل الطاقة عبر المادة أو عبر الفراغ. فعندما يرتطم حجر بالماء، تحمل الأمواج جزءًا من الطاقة الحركية للحجر بعيدًا عن مكان الارتطام. وعند حدوث الزلازل تنتقل الطاقة بوساطة الأمواج عبر المواد، وتعتمد سرعة الموجات الزلزالية على كثافة وطبيعة الوسط الذي ينقلها، فالموجات تسير في المواد الصلبة أسرع مما في المواد السائلة، وإضافة الى ذلك قد تنحني الأمواج الزلزالية عن مسارها الأصلي أو تتوقف كليًا في أوساط معينة، وتقسم الأمواج الزلزالية إلى ثلاثة أنواع: الأولية، والثانوية، والسطحية. وتعد الأمواج الأولية

الشكل١ الأمواج تنقل الطاقة عبر الماء كما تنقل الأمواج الزلزالية الطاقة عبر الأرض.

أسرعها، وتنتقل في المواد: الصلبة، والسائلة، والغازية، وتعمل على تضاغط جسيمات الصخور وتخلخلها في نفس اتجاه حركتها. بينما تنتقل الأمواج الثانوية في المواد الصلبة فقط وتسبب تحريك جسيمات الصخر عموديًّا على اتجاه حركتها. أما الأمواج السطحية فهي أبطأ الأنواع الثلاثة، وتنتقل فقط على سطح الأرض وبدراسة سرعة الأمواج والطرق التي سلكتْها يستطيع الجيولوجيون معرفة تركيب كوكب الأرض.

الأدلة الصخرية من الأدلة الأخرى التي تساعد على معرفة تركيب باطن الأرض، وجود صخور معينة منتشرة في مواقع مختلفة على سطح الأرض. هذه الصخور تشبه في مكوناتها مكونات باطن الأرض. تتكون هذه الصخور في الأعماق، ثم تُدفع إلى السطح أو بالقرب منه؛ حيث تتعرض للتعرية. وتشير أدلة الأمواج الزلزالية والأدلة الصخرية إلى أن الأرض مكونة من طبقات تختلف في مكوناتها.

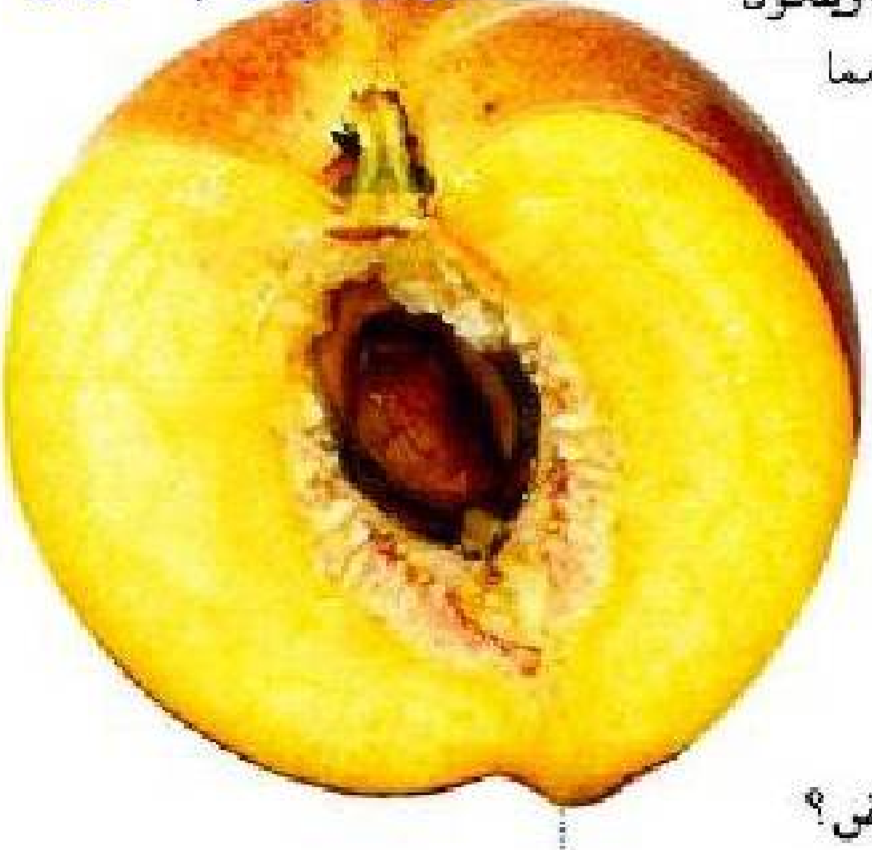
طبقات الأرض

اعتمادًا على أدلة الأمواج الزلزالية والأدلة الصخرية، وضع العلماء نموذجًا لباطن الأرض، يوضح أنه يتكون على الأقل من أربعة نطاقات مميزة، وهي: اللب الداخلي، واللب الخارجي، والستار (الوشاح)، والقشرة. ويمكن تشبيه تركيب باطن الأرض بتركيب ثمرة الخوخ التي تتألف من قشرة رقيقة تغلف الجزء الرطب السميك الذي تأكله، ويلي ذلك فجوة كبيرة تغلف البذرة. كما في الشكل ٢.

الشكل٢ يشبه تركيب باطن الأرض تركيب ثمرة الخوخ.

وضح إذا كان الجزء الذي نعيش عليه من الأرض مشابهًا لقشرة ثمرة الخوخ، فبم يخبرك ذلك عن هذه الطبقة من طبقات الأرض؟

الجزء الذي نعيش عليه مشابهًا لقشرة ثمرة الخوخ، مما يدل على أن القشرة الأرضية هي أقل طبقات الأرض سمكًا.



اللب الداخلي يشبه لب الأرض الفجوة والبذرة في ثمرة الخوخ. وقد تم تقسيمه إلى جزأين مختلفين أحدهما سائل والآخر صلب. يسمى النطاق الواقع في مركز الأرض باللب الداخلي، وهو صلب. وهذا الجزء من الأرض يتميز بكثافة مرتفعة، ويتكون معظمه من الحديد. وعندما تصل إليه الأمواج الزلزالية تزداد سرعتها، مما يدل على وجوده في الحالة الصلبة. الظروف في اللب الداخلي ظروف قاسية مقارنة بسطح الأرض؛ فدرجة الحرارة هناك حوالي ٥٠٠٠ °س، كما أن الضغط مرتفع جدًّا بسبب ثقل الصخور المحيطة.

اللب الخارجي يقع اللب الخارجي فوق اللب الداخلي للأرض ويُعتقد أنه يتكون من عناصر منصهرة. وقد استنتج العلماء أنه موجود في الحالة السائلة؛ لأنه تسبب في انقطاع نوع من الموجات الزلزالية وانخفاض في سرعة نوع ثانٍ.

ماذا قرأت؟ أي طبقات حبة الخوخ تشبه اللب الخارجي للأرض؟

الطبقة الخارجية الصلبة من نواة بذرة الفاكهة.

الربط مع الكيمياء

لب الحديد تتكون قشرة الأرض من الحديد بنسبة ٥٪. ويعتقد الجيولوجيون أن اللب يتكون معظمه من الحديد. قم بدراسة النظرية السابقة، وحدد نقاط الضعف والقوة فيها ذاكرًا الأدلة والمعلومات التي وصلت إليها.

الستار الطبقة الموجودة في باطن الأرض وتعلو اللب الخارجي تسمى **الستار**، وهي تشبه الجزء الرطب الذي تأكله في نموذج حبة الخوخ. ويعد الستار النطاق الأكبر في باطن الأرض. وعلى الرغم من كونه صلبًا إلا أنّه يتحرك ببطء شديد كالمعجون.

القشرة النطاق الخارجي من الأرض هو **القشرة**، وهو يشبه القشرة الرقيقة في نموذج ثمرة الخوخ. وبمقارنة سُمك القشرة بسمك باقي النطاقات فإنها تبدو رقيقة وغير منتظمة السمك؛ إذ يقل سمكها تحت المحيطات ويزداد في القارات. وجميع المعالم الموجودة على سطح الأرض هي جزء من القشرة.

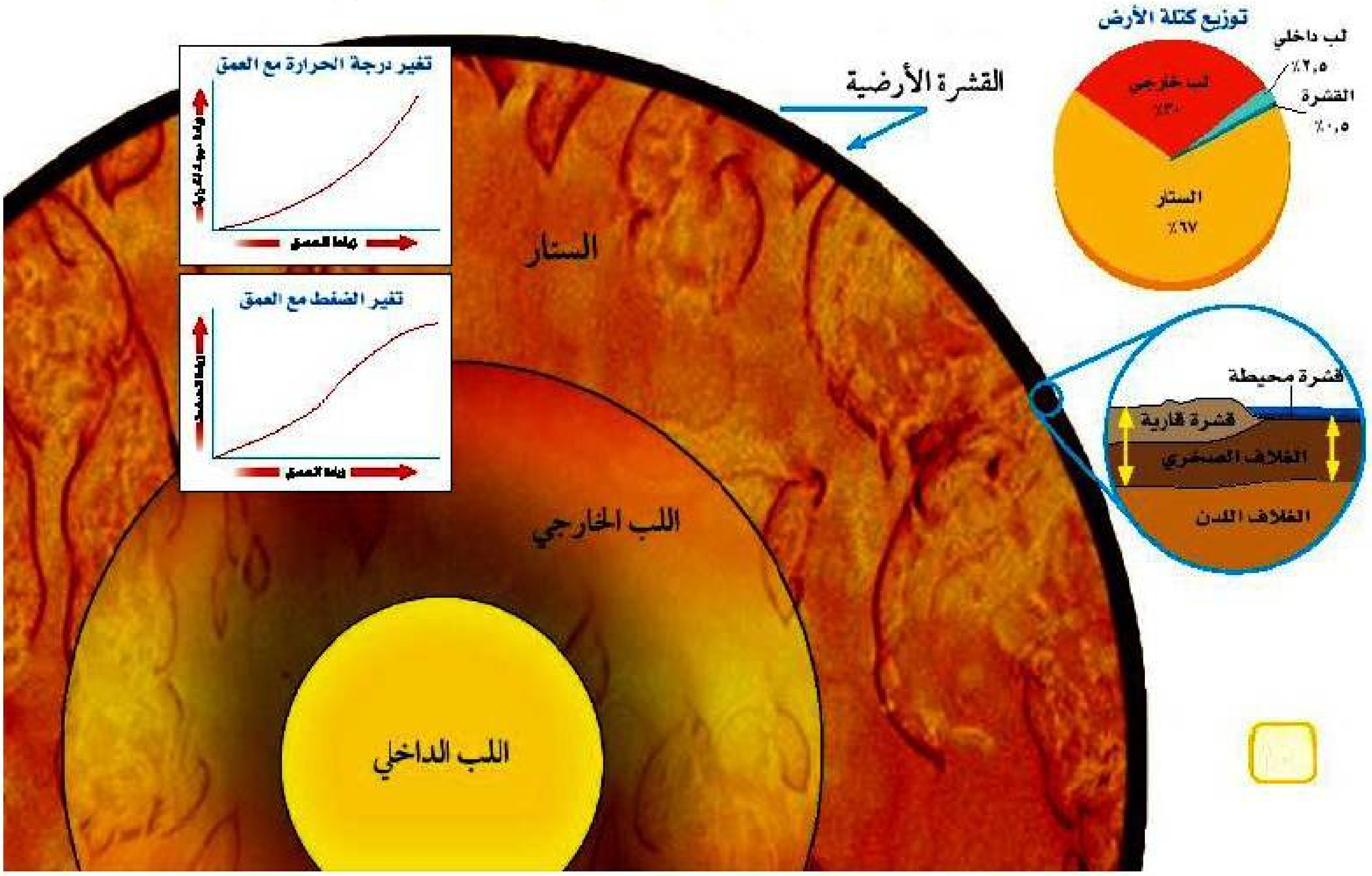
بنية الأرض

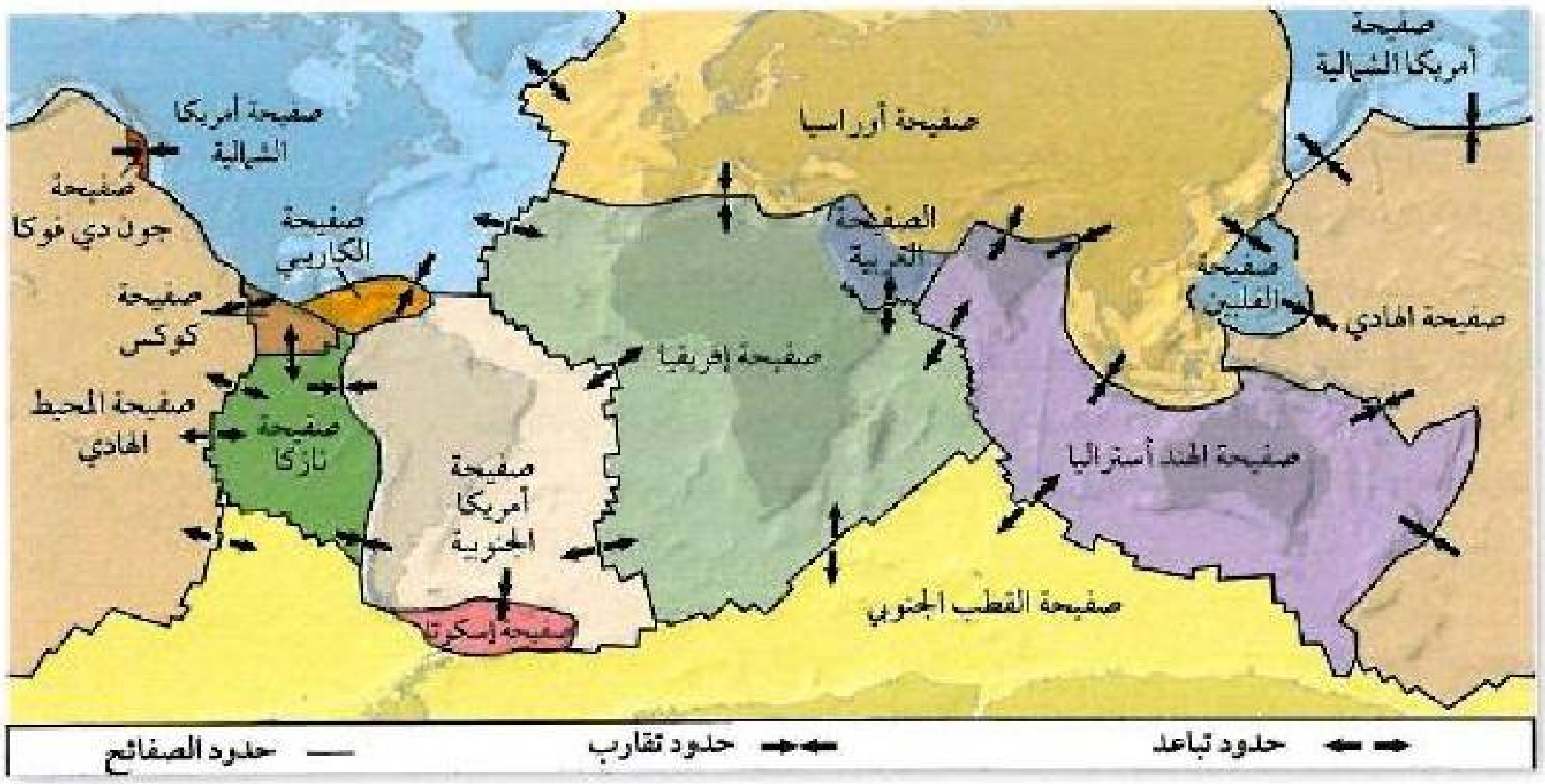
مع أن الأرض مكونة من أربعة نطاقات رئيسة فإنه يمكن تقسيمها إلى نطاقات أخرى اعتمادًا على تغير الخصائص الفيزيائية مع العمق. يوضح **الشكل ٣** بنية الأرض ويصف بعض خصائصها، ومنها الكثافة ودرجة الحرارة والضغط، وهي خصائص تكون قيمها أقل ما يمكن عند القشرة، وأكبر ما يمكن في اللب الداخلي.

الشكل٣ تكون الأرض من أربعة نطاقات رئيسة تتفاوت في سمكها.

حدد الأدلة والأحداث الجيولوجية التي ساعدت العلماء على دراسة مكونات طبقات الأرض.

الزلازل وتكشف الصخور التي تكونت في باطن الأرض بفعل التعرية.





الشكل ٤ حواف الصفائح الأرضية قابلة للانطباق بعضها على بعض، مثل لعبة الصورة المجزأة.

استنتج إذا كانت الصفائح تتحرك، فما الذي يحدث برأيك في مناطق الحدود التي تفصل بينها؟

تتحرك الصفائح مقتربة أو مبتعدة أو تنزلق بجانب بعضها بعضا على طول حدود الصفائح.

صفائح الأرض

على الرغم من انفصال القشرة عن الستار فإن الجزء العلوي المتماسك من الستار يتحرك كما لو أنه جزء من القشرة. ويكوّنُ الجزء العلوي من الستار مع قشرة الأرض ما يسمى **الغلاف الصخري**، وهو يتجزأ إلى ٣٠ قطعة أو **صفيحة أرضية** تتحرك فوق الغلاف اللدن الذي يعد جزءًا من الستار. تختلف صفائح الأرض الرئيسة في الحجم والشكل، كما هو مبين في الشكل ٤.

تتحرك صفائح الأرض حركة بطيئة، بحيث تزحف الصفيحة مسافة بضعة سنتمترات في السنة الواحدة، وهذا يعني أن هيئة الصفائح ليست ثابتة أو مستقرة، وأن شكلها وحجمها في الماضي مختلف عن شكلها الحالي، كما يعني أن القارات قد تحركت مسافات شاسعة حتى أصبحت على صورتها الحالية كما في الشكل ٤، فمثلا تقع القارة المتجمدة الجنوبية حاليًا في القطب الجنوبي، لكنها كانت في يوم من الأيام عند خط الاستواء. أما أمريكا الشمالية فقد كانت فيما مضى متصلة بأوربا وإفريقيا.

تستخدم حاليًا أشعة الليزر وصور الأقمار الاصطناعية لقياس الحركة الصغيرة للصفائح والتي تصبح مع الزمن مسافات كبيرة. فإذا كانت صفيحة ما تتحرك بمعدل ٢ سم في السنة، فما المسافة التي تقطعها الصفيحة في ١٠٠٠ سنة؟ وما المسافة بعد ١٠ ملايين سنة؟

تجربة عملية الصفائح الأرضية
ارجع إلى كراسة التجارب العملية

ماذا قرأت؟ ما أجزاء الأرض التي تكون الغلاف الصخري؟

القشرة والجزء العلوي من الستار.

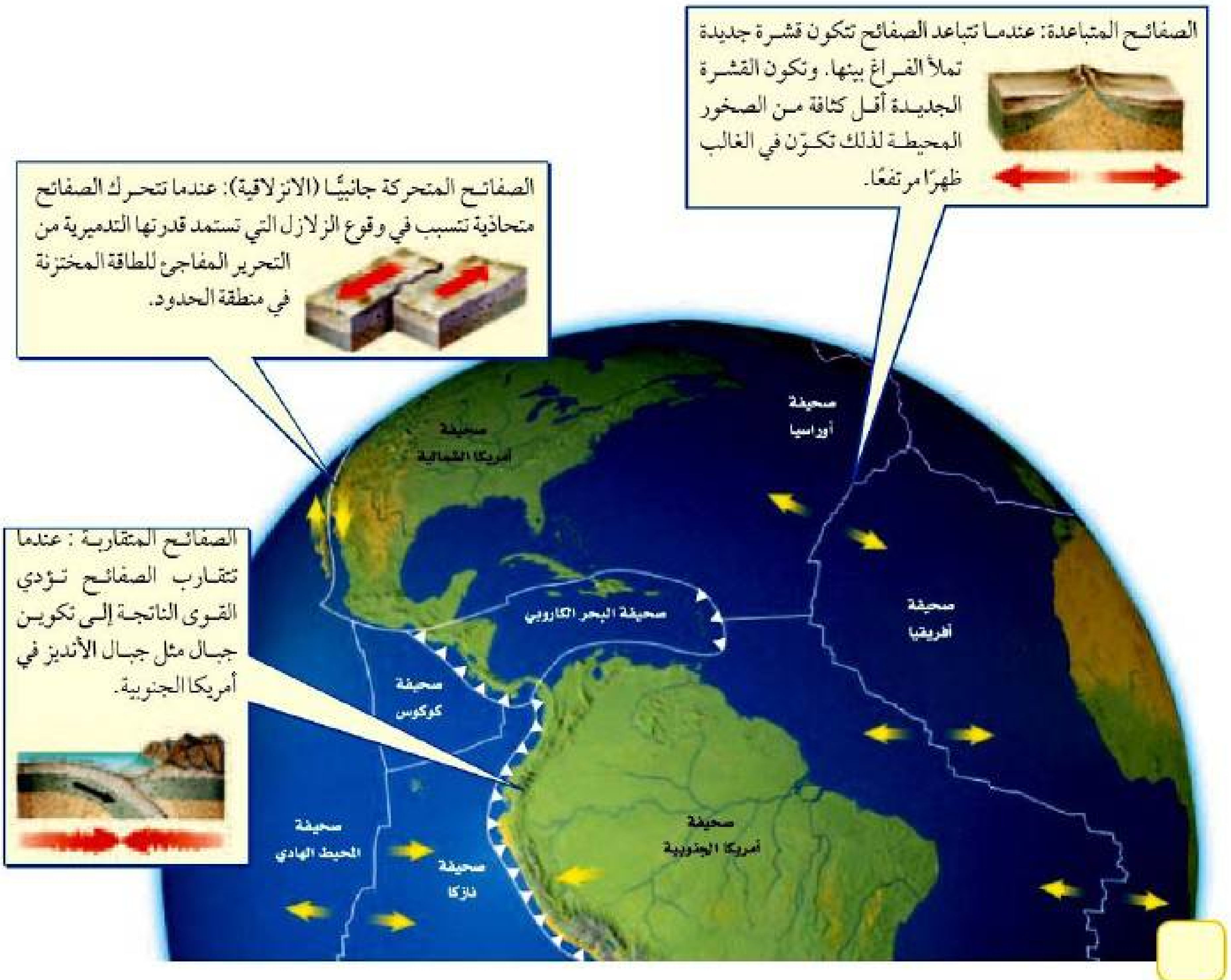
حدود الصفائح

تسمى مناطق التقاء الصفائح معًا بحدود الصفائح. وتؤدي حركتها الدائمة إلى توليد قوى تؤثر في سطح الأرض في مناطق الحدود بين الصفائح، وفي بعض الحدود تكون هذه القوى كبيرة لدرجة تؤدي إلى تكون الجبال.

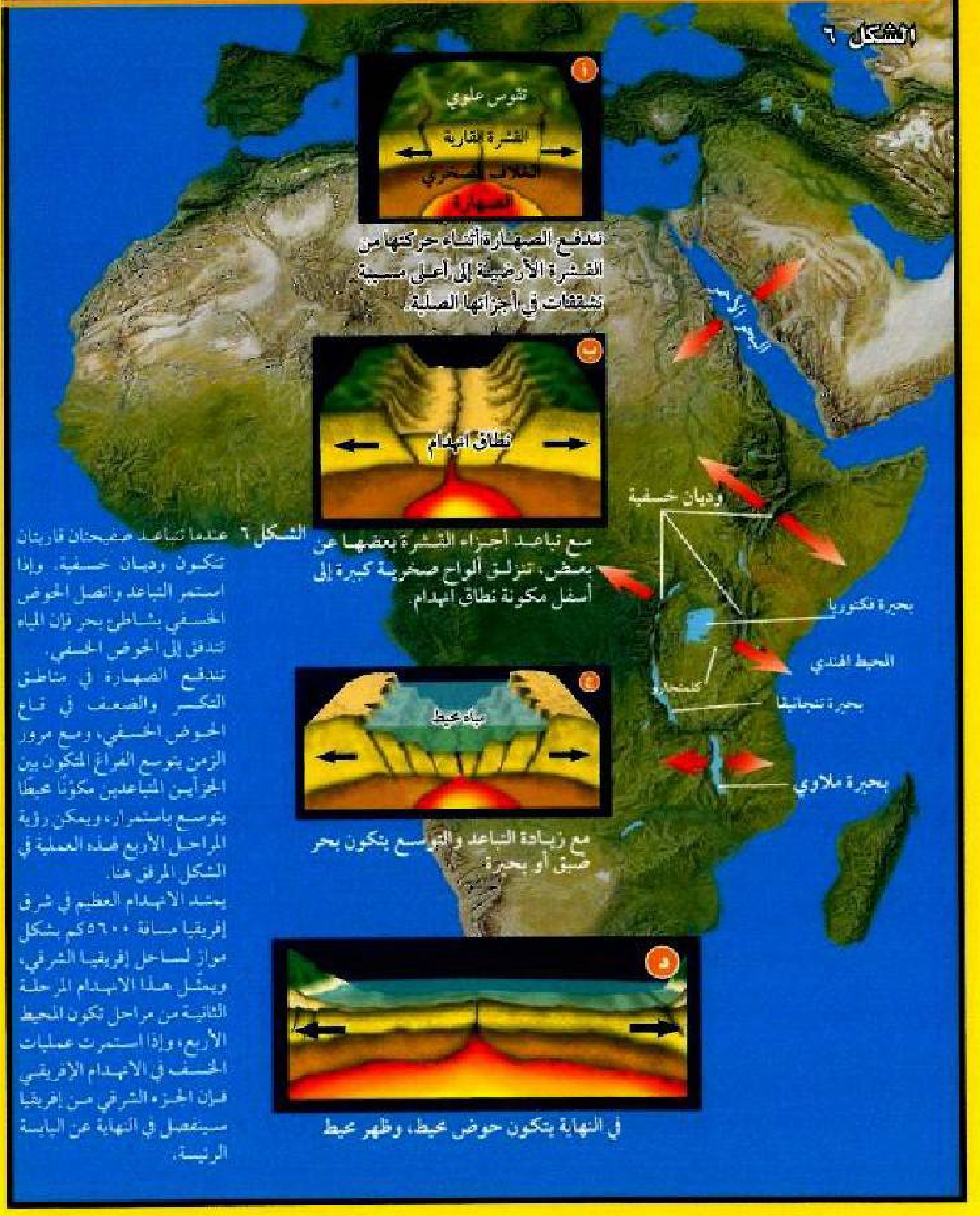
وفي مناطق حدود أخرى تتكون حفر انهدام ضخمة ذات نشاطات بركانية. وفي مناطق حدود ثالثة تتكون صدوع ضخمة. و**الصدوع** كسور كبيرة في الصخور بفعل حركتها. هذه الحركة يمكنها أن تسبب حدوث الزلازل. يوضح **الشكل ٥** أنواع الحركات المختلفة للصفائح.

الصفائح المتباعدة تتحرك الصفائح متباعدة نتيجة قوى الشد التي تؤثر فيها في اتجاهين متعاكسين. يوضح **الشكل ٥** ما يحدث عندما تستمر قوى الشد في مباعدة صفيحتين إحداهما عن الأخرى. ومن نتائج التباعد تكوّن قشرة جديدة في الفجوات الناتجة عن الحركة. ومع استمرار التباعد على هذه الحدود تتكون فجوات جديدة تمتلئ تدريجيًا بالماجما المندفعة من الستار، ومع الزمن تبرد الماجما المتكونة في الفجوات لتكون قشرة جديدة.

الشكل٥ صفائح الأرض يمكن أن تتقارب أو تتباعد، أو تتحرك متحاذية.



الوديان الخسفية



تندفع الصهارة أثناء حركتها من القشرة الأرضية إلى أعلى مسببة تشققات في أجزائها الصلبة.

مع تباعد أجزاء القشرة بعضها عن بعض، تنزلق ألواح صخرية كبيرة إلى أسفل مكونة نطاق انهدام.

مع زيادة التباعد والتوسع يتكون بحر ضيق أو بحيرة.

في النهاية يتكون حوض محيط، وظهر محيط

الشكل ٦ عندما تتباعد صفيحتان قاريتان تتكون وديان خسفية. وإذا استمر التباعد واتصل الحوض الخسفي بشاطئ بحر فإن المياه تتدفق إلى الحوض الخسفي.

تندفع الصهارة في مناطق التكسر والضعف في قاع الحوض الخسفي، ومع مرور الزمن يتوسع الفراغ المتكون بين الجزأين المتباعدين مكونًا محيطًا يتوسع باستمرار، ويمكن رؤية المراحل الأربع لهذه العملية في الشكل المرفق هنا.

يمتد الانهدام العظيم في شرق إفريقيا مسافة ٥٦٠٠ كم بشكل موازٍ لساحل إفريقيا الشرقي، ويمثل هذا الانهدام المرحلة الثانية من مراحل تكون المحيط الأربع، وإذا استمرت عمليات الخسف في الانهدام الإفريقي فإن الجزء الشرقي من إفريقيا سينفصل في النهاية عن اليابسة الرئيسة.

الشكل ٧ هناك ثلاثة أنواع من الحدود المتقاربة.

تحدث عملية تباعد الصفائح وتكون القشرة الجديدة أسفل المحيط في أماكن معينة منه. و مع تكون القشرة المحيطية الجديدة وتحركها مبتعدة عن وسط المحيط، تبرد وتزداد كثافتها.

الصفائح المتقاربة عندما تتحرك الصفائح المتقاربة وتتصادم مع بعضها البعض تسمى حدودًا تصادمية وتنشأ عن ذلك عدد من الظواهر، كما ترى في الشكل ٧. وتعتمد نتيجة الاصطدام على كثافة كل من الصفيحتين المتقاربتين. وفي العادة تكون القشرة المكوّنة لقاع المحيط أو القشرة المحيطية أكثر كثافة من القشرة القارية المكونة للقارات.

فإذا تصادمت صفيحتان قاريتان وكانت كثافتاهما متساويتين وأقل من كثافة الستار الموجود تحت الصفائح، أدى هذا التصادم إلى اندفاع القشرة إلى أعلى وتحديبها. كما ينتج عن تصادم الصخور بهذا الشكل قوى ضغط تؤدي إلى طيّ الصخور في كلتا الصفيحتين وينتج عن ذلك تكوُّن جبال.

في بعض الأحيان يكون الطي شديدًا لدرجة أن الطبقات ينثني بعضها فوق بعض تمامًا وتنقلب. ومع تعرض طبقات الصخور إلى الطي والكسر فإنها تندفع إلى أعلى مكونة الجبال. إن أعلى سلاسل جبلية في العالم، وهي الهملايا في قارة آسيا، لا تزال قممها ترتفع إلى أعلى نتيجة تصادم صفيحتين قاريتين معًا.

غوص الصفائح عندما تصطدم صفيحة محيطية مع صفيحة محيطية أو قارية، فإن الصفيحة الأكثر كثافة تنثني إلى أسفل الصفيحة الأخرى، تسمى هذه العملية **غوص الصفائح**. وعندما تنثني الصفيحة فإنها تغطس في الستار. ونتيجة لذلك لا تستمر القشرة الأرضية في النمو. ومع تكون قشرة جديدة في مناطق الانهدام (التباعد)، تغطس مادة القشرة القديمة بدورها في الستار عند مناطق غوص الصفائح.

الصفائح التي تتحرك متحاذية إضافة إلى تحرك الصفائح متباعدة ومتقاربة يمكنها أن تتحرك متحاذية. فيمكن مثلاً أن تتحرك صفيحة نحو الشمال بينما تتحرك الصفيحة المجاورة لها نحو الجنوب. في هذه الحالة تسمى الحدود بين الصفيحتين حدودًا تحويلية. وعندما تؤثر قوتان متوازيتان في اتجاهين متعاكسين في كلتا الصفيحتين ينشأ عن ذلك ما يسمى قوى القص التي تتسبب في تكوين زلازل وصدوع في منطقة التماس بين الصفيحتين كما في **الشكل ٨**. قال تعالى: ﴿وَالسَّمَاءِ ذَاتِ الرَّجْعِ ﴿١١﴾ وَالْأَرْضِ ذَاتِ الصَّدْعِ ﴿١٢﴾﴾ الطارق. ومن الأمثلة على الحدود التحويلية منطقة البحر الميت.

لماذا تتحرك الصفائح؟

من خلال ملاحظتك للصفائح المبيّنة على خرائط الأرض كما في الشكلين ٤، ٥ ترى أنها كبيرة. ولتحريك شيء كبير بهذا الحجم يتطلب الأمر كمية هائلة من الطاقة. فمن أين تأتي القوة المحركة للصفائح؟ إن سبب حركة الصفائح معقد، ولا يزال الجيولوجيون يحاولون التوصل إلى فهم آليتها. وحتى الآن وضع العلماء عدة تفسيرات يعزو معظمها سبب الحركة إلى قوة الجاذبية الأرضية. لكن الجاذبية تحرك الأجسام نحو مركز الأرض والصفائح تتحرك بشكل متواز على سطح الأرض فكيف يمكن أن تؤدي الجاذبية إلى تحريك الأجسام على سطح الأرض؟

إحدى النظريات التي تفسر حركة الصفائح هي تيارات الحمل في الستار. تتولد تيارات الحمل في أي مادة نتيجة لاختلاف كثافة قوامها بين مكان وآخر. وفي منطقة الستار يعود اختلاف الكثافات إلى التسخين غير المنتظم الذي يؤدي إلى حركة المواد بشكل دائري، انظر الشكل ٩. وتفترض هذه النظرية أن الصفائح تتحرك بوصفها جزءًا من الحركة الدورانية لمادة الستار.

الشكل٨ عندما تتحرك صفيحتان متحاذيتين بمحاذاة الأخرى فإن إحداهما تحتك بالأخرى، وتنشأ بينهما قوى قص، وينتج عن ذلك حركة مفاجئة تؤدي إلى حدوث الزلازل وتكوّن الصدوع.

تجربة

نمذجة الشد والتضاغط

الخطوات

١. **أحضر** قطعتين (إصبعين) من حلويات طرية ومتماسكة ومرنة.
٢. **أمسك** إحدى القطعتين من طرفيها، ثم قم بالضغط عليها بكلتا يديك.
٣. **سجل** ملاحظاتك في دفتر العلوم.
٤. **أمسك** بالقطعة الأخرى وقم بسحبها بلطف من كلا الجانبين.
٥. **سجل** مشاهداتك في دفتر العلوم.

التحليل

١. **في أي قطعة** أحدثت شدًّا، وفي أيهما أحدثت تضاغطًا؟

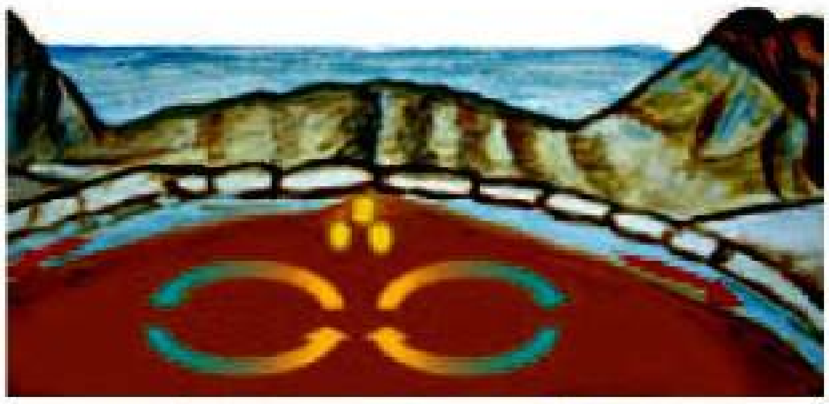
نتج الشد عند سحب قطعة الحلوى للخارج ونتج الضغط عندما دفعت قطعة الحلوى نحو بعضها بعض.

٢. **اشرح** كيف ينطبق ذلك على حدود الصفائح؟

يتم الحصول على الضغط عندما تتحرك الصفائح نحو بعضها بعض ويتم الحصول على التوتر عندما تتحرك الصفائح مبتعدة عن بعضها البعض.

في المنزل

الشكل٩ تتضافر تيارات الحمل وقوة الدفع وقوة السحب لتحريك الصفائح.



يُحدث الدفع مرتفعات في أماكن في وسط المحيط.

التسخين غير المنتظم للستار يسبب تيارات الحمل.

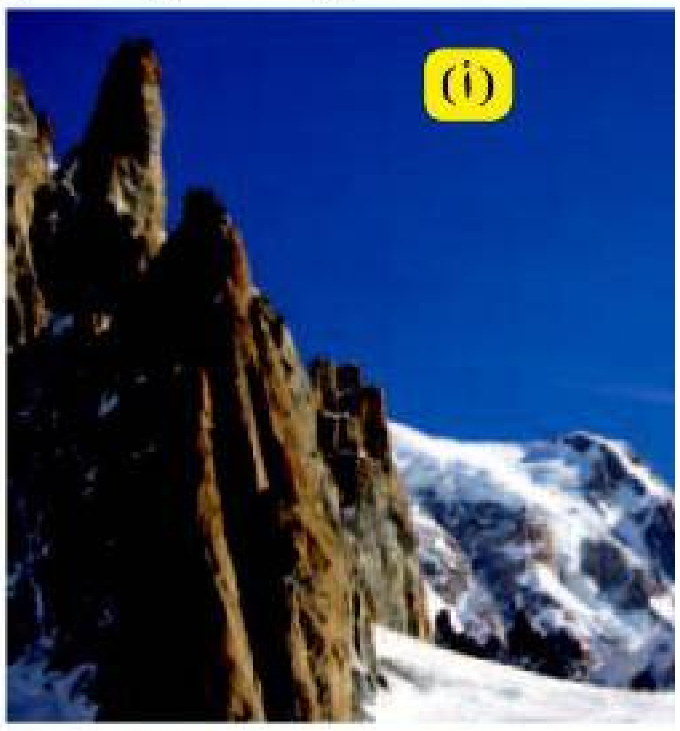
يحدث سحب الصفيحة عند التقاء صفيحة محيطية مع أخرى محيطية أو قارية.

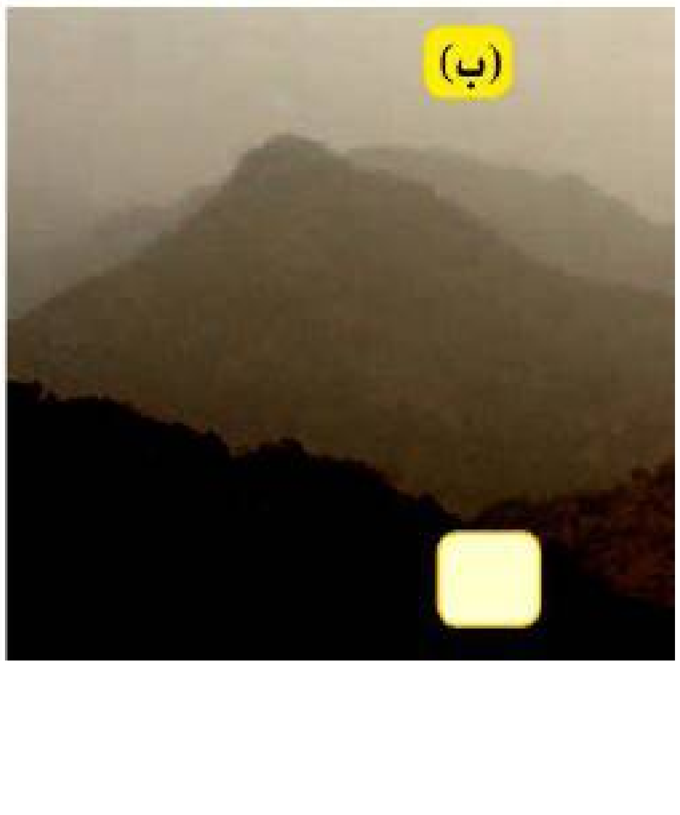
تكون الجبال

من أفضل الرحلات التي يرغب فيهما معظم الناس الرحلة إلى الجبال؛ حيث توفر قممها المرتفعة مشاهد جميلة. وأعلى قمة جبلية على الأرض هي قمة إفرست في جبال الهملايا في هضبة التبت ، والتي يبلغ ارتفاعها أكثر من ٨٨٠٠ متر فوق سطح البحر. أما في المملكة العربية السعودية فيزيد ارتفاع قمة جبل السودة على ٣٠٠٠ متر. ويوجد على الأرض أربعة أنواع من الجبال هي: الكتل الصدعية، والمطوية، والناهضة، والبركانية، وكل نوع يتكون بطريقة مختلفة ويكوّن جبالاً تختلف في الحجم.

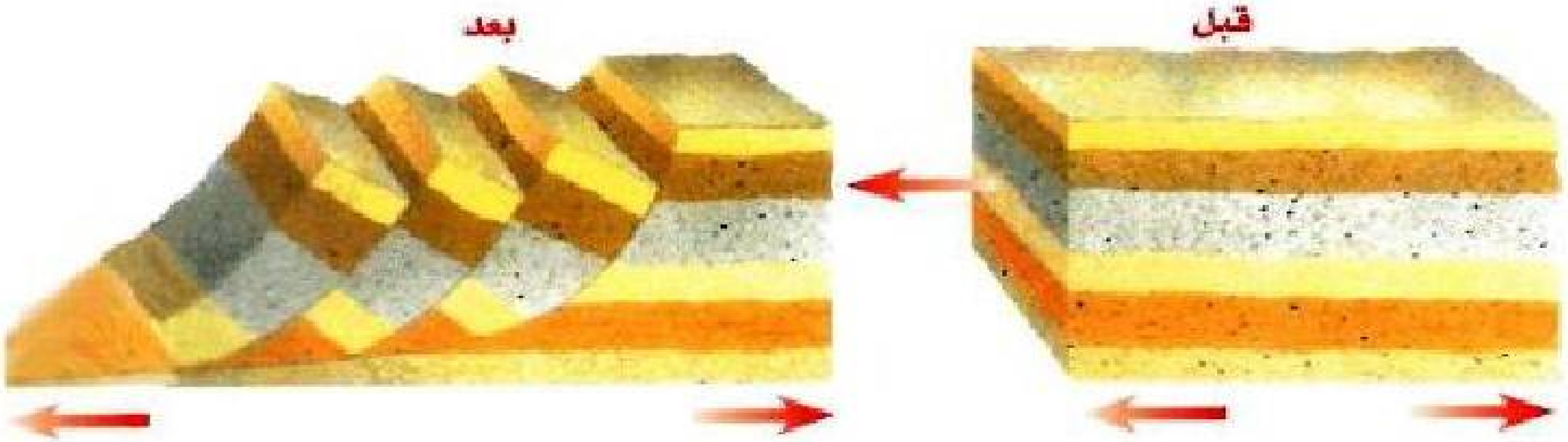
عمر الجبل يمكن أن تكون الجبال وعرة ذات قمم عالية مكسوة بالثلج، أو تكون مستديرة مكسوة بالغابات وتحوي وديانًا صغيرة وجداول. وتعتمد وعورة الجبل على استمرار أو توقف عملية تكوينه. فجبال الهملايا مثلًا ما تزال ترتفع بمقدار بضعة سنتمترات كل سنة، بينما توقّف تكون العديد من الجبال القديمة منذ ملايين السنين، وهي الآن في طور التآكل بسبب تعرضها للحت بالعوامل الجيولوجية، انظر **الشكل** ١٠.

الشكل١٠ تتميز قمم الجبال الحديثة (١٠-أ) بكونها مرتفعة، وذات نهايات مدببة، أما الجبال القديمة (١٠-ب) فتكون قممها ملساء متدرجة الانحدار.





جبال الكتل المتصدعة أول أنواع الجبال التي ستدرسها هو الجبال التي تتكون نتيجة انزلاق الكتل المتصدعة. تذكر أن قوى الشّد تتولد في منطقة حدود الصفائح المتباعدة وتؤدي إلى تكون صدوع وحفر انهدام. تتكون **جبال الكتل المتصدعة** من كتل صخرية ضخمة مثنية ومنفصلة عن الصخور المجاورة بصدوع. وعند تعرضها لقوى شد من جهتين متقابلتين تنزلق كتل كبيرة إلى أسفل مكونة قممًا ووديانًا، انظر **الشكل** ١١. ومن أمثلتها جبال سييرا نيڤادا في ولاية كاليفورنيا في الولايات المتحدة الأمريكية.



نموذج لتكون الجبال إذا أمسكت قطعة حلوى بين يديك وبدأت بسحبها من كلتا الجهتين سوف تتكون تشققات على سطحها. وبالطريقة نفسها عندما تتعرض الصخور لقوى شد تتكون الصدوع. وتمتاز الصخور السطحية عن الصخور في باطن الأرض بأنها هشة. لذلك عند تعرضها لقوى شد فإن كتلاً كبيرة منها تتحرك على طول الصدوع.

الآن، أمسك بقطعة مسطحة من الصلصال من طرفيها بين يديك، ثم اضغط عليها برفق إلى الداخل. ستلاحظ أن قطعة الصلصال تنثني ثم تتراكب بعضها فوق بعض. تسبب عمليةٌ مشابهةٌ طيَّ الصخور وثنيها مشكّلة الجبال المطوية على سطح الأرض.

الشكل ١١ قبل تعرضها لقوى الشد تكون الصخور مستوية، وبعد تعرضها للشد تنفصل كتل كبيرة وتنزلق بشكل مائل بطريقة تنشأ عنها وديان وقمم جديدة.

الجبال المطوية إذا سافرت على طريق يمر عبر الجبال فقد ترى طبقات الصخور المطوية التي ستذكرك بما حدث لعينة الطين عندما عرضتها للضغط، انظر **الشكل ١٢**. إن تأثير قوى ضغط شديدة بسبب حركة صفيحتين قاريتين إحداهما نحو الأخرى يضغط الصخور من كلا الجانبين. ويسبب ذلك طي وثني الصخور وتشكل الجبال المطوية. **فالجبال المطوية** جبال تكونت نتيجة طي طبقات الصخور عند تعرضها لقوى الضغط.

ماذا قرأت؟ ما نوع القوى التي تسبب تكوّن الجبال المطوية؟

الضغط.

الشكل ١٢ الطريق المقصوصة في المنطقة كشف صخورًا مطوية.

جبال زاجروس جبال مطوية نشأت بتأثير قوى الضغط الناجمة عن تقارب صفيحة أوراسيا والصفيحة العربية. تعد جبال زاجروس أطول سلاسل الجبال في الهضبة الإيرانية فهي تمتد عبر شمالها الغربي وتستمر في العراق.

الشكل ١٣ جبال الروكي الجنوبية أحد الأمثلة على الجبال الناهضة.

الجبال الناهضة تعد جبال الروكي الجنوبية في كولورادو والمكسيك مثالاً على هذا النوع من الجبال الشكل ١٣. تتكون **الجبال الناهضة** عندما تعمل قوة من باطن الأرض على دفع القشرة إلى أعلى. ومع الزمن يتم تعرية طبقات الصخور الرسوبية فتنكشف الصخور النارية والمتحولة التي تقع أسفلها. وبدورها تتعرض الصخور النارية والمتحولة للتعرية مكونة قممًا ومرتفعات حادة.

الجبال البركانية عندما تتدفق اللابة منصهرة ساخنة على سطح الأرض تتكون **الجبال البركانية**. ومع مرور الزمن يؤدي تراكم طبقات اللابة إلى تكوّن شكلٍ مخروطي يسمى الجبل البركاني، انظر **الشكل ١٤**. ويعد الجبل الأبيض في المملكة العربية السعودية مثالاً على هذا النوع من الجبال، حيث تمثل قمته أحدث الفوهات البركانية في منطقة خيبر.

وتتكون بعض الجبال البركانية عندما تنغطس صفيحة محيطية داخل الستار في مناطق الغوص أسفل صفيحة أخرى، فتنصهر مكونة صهارة كثافتها أقل من الصخور المجاورة لها فترتفع الصهارة ببطء حتى تصل إلى سطح الأرض. وتتدفق اللابة والرماد على السطح، وتتراكم لتكوّن الجبال البركانية.

الشكل ١٤ تتشكل الجبال البركانية من تراكم اللابة والرماد البركاني عبر الزمن.

الجبال البركانية تحت البحار علمت سابقًا أن الجبال البركانية تتكون على اليابسة، لكن هل تعلم أن هذه الجبال تتكون أيضا في قاع المحيط؟

الجبل الأبيض (الصايرة) - شرق بيشة

الشكل ١٥ جزر هاواي سلسلة من الجبال البركانية، تكونت وامتدت من سطح المحيط الهادي. حيث بدأت بتدفق اللابة على قاع المحيط ومع مرور الوقت زاد حجم الجبل البركاني، وارتفع فوق سطح الماء.

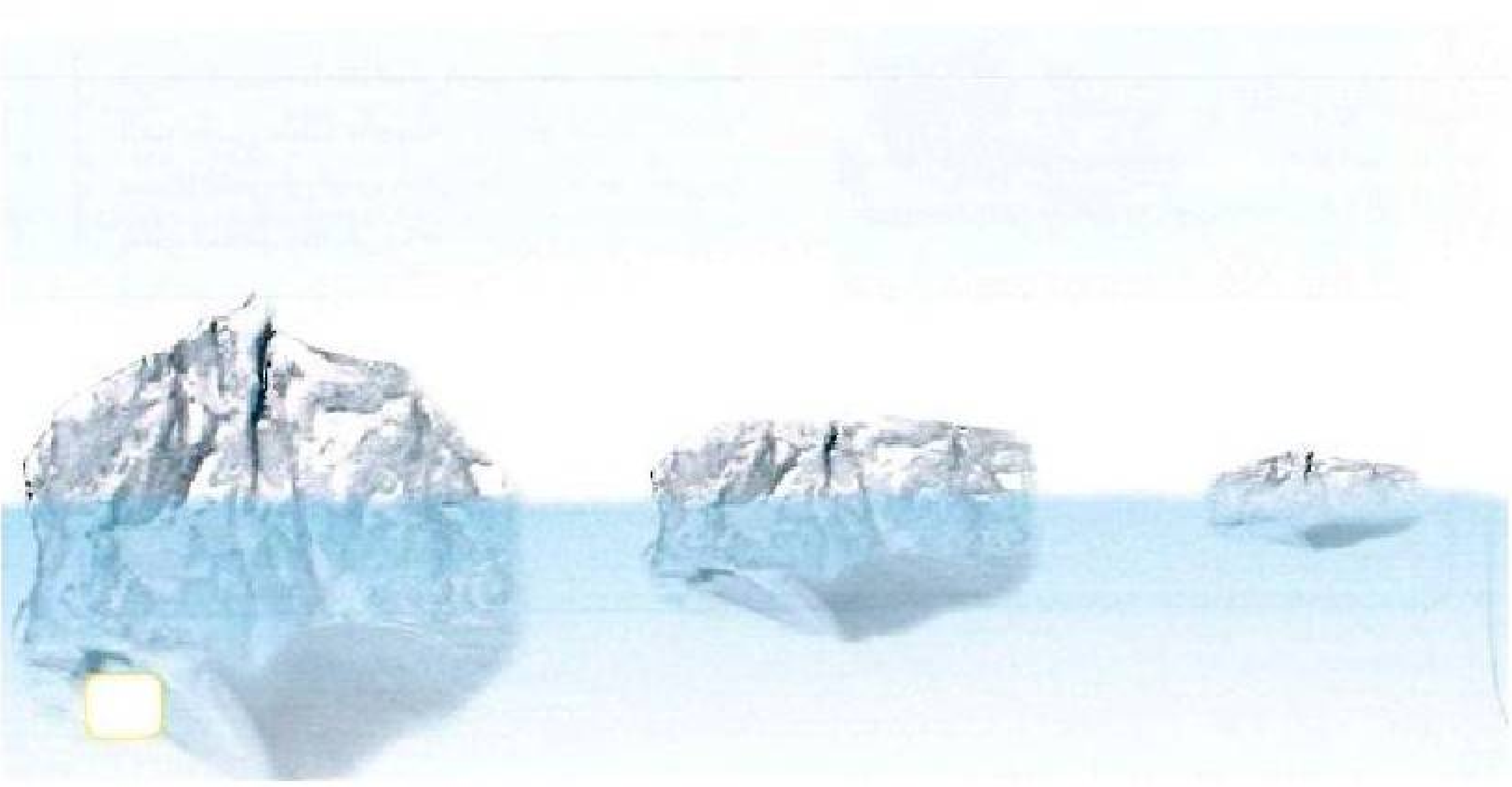
يشكل ثوران البراكين تحت الماء جبالًا في قاع البحار. وفي النهاية، إذا تدفقت كمية كافية من اللابة، فإن هذه الجبال تنمو لتصل إلى سطح البحر. فجزر هاواي مثلًا هي قمم جبال بركانية ضخمة تمتد فوق سطح مياه المحيط الهادي. الشكل ١٥

ماذا قرأت؟ أي أنواع الجبال تكون جزر هاواي؟ جبال.

أنواع أخرى من الرفع

درست سابقاً منشأ قوى الضغط التي تسبب ثني صخور القشرة أثناء عمليات بناء الجبال. لكن توجد قوة أخرى تعمل على إبقاء الجبال أعلى من المناطق المحيطة بها. فمثلاً إذا وضعت قطعًا خشبية مختلفة السمك في الماء، فستطفو القطع الخشبية السميكة فوق الماء أكثر من القطع الأقل سمكًا. وفي هذه الحالة تعادل (توازن) قوى الطفو في الماء قوى الجاذبية، وتتصرف الجبال الجليدية الطافية بطريقة مشابهة لما يحدث في قطعة الخشب؛ فعندما تنصهر تلك الجبال تفقد جزءًا من كتلتها فترتفع إلى أعلى في الماء. انظر الشكل ١٦.

الشكل ١٦ التوازن يجعل قشرة الأرض تتصرف بنفس طريقة الجبال الجليدية (الجليديات)، فعندما تنصهر أجزاءٌ من الجبال الجليدية يقل وزنها فتطفو أكثر مندفعة إلى أعلى.



وهنـاك عملية توازن مشـابهة في الأرض؛ بناءً عليهـا يطفو الغلاف الصخري للأرض فوق جزء من الستار يشبه المادة البلاستيكية ويدعى الغلاف اللدن.

لوحظ تأثير التوازن في البداية بجوار السلاسـل الجبلية الكبيرة ، فقد وجد أن سـمك القشرة أسفل الجبال أكبر من سـمكها في أي مكان آخر. وكما تستمر الجبال في الارتفاع فإن قاعدة الجبال تسـتمر في الهبوط ضمن السـتار فيزداد سمك القشرة تحت القارات. وقد أشار الله تعالى في كتابه الكريم إلى بديع قدرته فـي خلق الجبال، قال تعالى: ﴿ وَجَعَلْنَا فِي الْأَرْضِ رَوَاسِيَ أَن تَمِيدَ بِهِمْ وَجَعَلْنَا فِيهَا فِجَاجًا سُبُلًا لَّعَلَّهُمْ يَهْتَدُونَ ﴿٣١﴾ ﴾ الأنبياء.

العلوم عبر المواقع الإلكترونية

الجبال البركانية

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت

للبحث عن معلومات حول الجبال البركانية.

نشاط اجمع أكبر قدر من صور الجبال البركانية. ارسم خريطة كبيرة للعالم، وضع الصور في مواقعها الصحيحة. استنتج بعض المعلومات عن الجبال البركانية وأثرها في البيئة من حولها.

تطبيق العلوم

كيف تسبب الجليديات ارتفاع اليابسة؟

قبل ٢٠٠٠٠ سنة كانت أمريكا الشمالية مغطاة بصفيحة ثلجية ضخمة. تُرى، كيف يؤثر الغطاء الجليدي على القشرة الأرضية؟ وماذا تتوقع أن يحدث عندما تنصهر؟

تعريف المشكلة

قبل ١٠٠ سنة، لاحظ الناس الذين سكنوا مناطق كانت فيما مضى مغطاة بالجليد وجود ظواهر معينة، منها ميلان الشواطئ القديمة التي يكون ارتفاعها أعلى في بعض المناطق وأقل في مناطق أخرى. تُرى، كيف حدث ميلان هذه الشواطىء؟

حل المشكلة

١. يدفع وزن الجليديات قشرة الأرض إلى أسفل. ماذا تتوقع أن يحدث عندما ينصهر الجليد؟

ترتد اليابسة أو تندفع إلى الأعلى بعد انصهار الجليد.

٢. كيف يمكن أن يسبب ارتفاع القشرة الأرضية ميلان الشواطىء؟ هل تتوقع أن الشواطئ سترتفع بالمقدار نفسه؟ وضح إجابتك.

سيؤدي ارتفاع القشرة الأرضية إلى طي الشواطيء. لاترتفع الشواطيء بنفس المقدار فقد تكون الجليديات أكثر سمكًا في بعض المناطق كما يمكن أن تكون بعض مناطق القشرة أقل مرونة وبالتالي تتحرك أقل من المناطق الأخرى.

العلـــوم عبر المواقع الإلكترونية
لمراجعة التدريبات ارجع إلى الموقع الإلكتروني
www.obeikaneducation.com

مراجعة الدرس ١

الخلاصة

دلائل على تكوّن باطن الأرض

- تم استكشاف باطن الأرض بدراسة الصخور والأمواج الزلزالية.

طبقات الأرض

- يتكوّن باطن الأرض من اللبّ الداخلي واللب الخارجي، والوشاح، والقشرة الأرضية.

حدود الصفائح

- تتحرك الصفائح إما متباعدة أو متقاربة أو متحاذية.
- تتحرك الصفائح بفعل تيارات الحمل وعوامل أخرى.

تكوُّن الجبال

- تقسم الجبال إلى أربعة أنواع هي: الكتل الصدعية، أو الكتل المطوية، أو الكتل البركانية، أو الكتل الناهضة.
- تتميز الجبال الحديثة بعلوها ووعورتها وشدة انحدار قممها، أما الجبال القديمة فتكون أقل ارتفاعًا ووعورة.
- يمكن أن تتكون الجبال البركانية على اليابسة أو في قيعان المحيطات.

اختبر نفسك

١. **وضح** كيف توفر الموجات الزلزالية معلومات عن مكونات باطن الأرض؟

إذا تغيرت قيمة سرعة الموجات الزلزالية أو مسارها فهذا يدل على اختلاف المواد التي تنتقل الأمواج عبرها.

٢. **اذكر** أمثلة على أماكن تحدث فيها الأنواع الثلاثة من حركة الصفائح.

المتقاربة في الهيملايا – المتباعدة في الانهدام العظيم وشرق أفريقيا – الجانبية في سان أندرياس.

٣. **صف** طبقة الأرض الداخلية الأكبر حجماً.

يعد الستار النطاق الأكبر في باطن الأرض وهو صلب لكنه يتحرك ببطء.

٤. **رتب** طبقات الأرض من الأكثر كثافة إلى الأقل كثافة.

اللب الداخلي – اللب الخارجي – الستار – القشرة.

٥. **قارن** بين اللب الداخلي واللب الخارجي، وبين قوة الدفع وقوة السحب.

اللب الخارجي والداخلي كلاهما جزء من باطن الأرض. اللب الخارجي سائل والداخلي صلب.

الدفع والسحب كلاهما من طرق تحريك الصفائح، قوة الدفع موجودة عند الحدود المتباعدة وقوة السحب عند الحدود المتقاربة.

العلوم عبر المواقع الإلكترونية لمزيد من الاختبارات القصيرة ارجع إلى الموقع الإلكتروني: www.obeikaneducation.com

٦. **استنتج** نوع الجبال التي تتكوّن نتيجة تأثير قوى الضغط على الطبقات الصخرية.

جبال مطوية.

٧. **وضح** كيفية تكون الجبال الناتجة عن الكتل المتصدعة.

هي جبال ضخمة مطوية مفصولة بصدوع عن الصخور المجاورة.

٨. **وضح** كيفية تكوّن البركان.

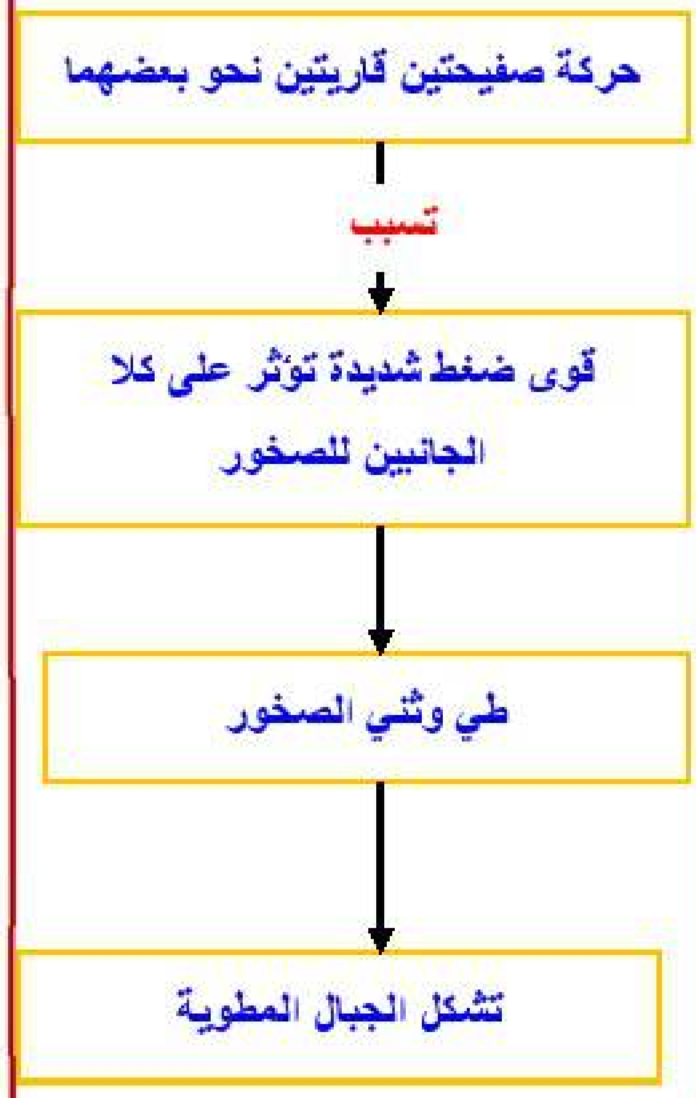
ترغم المجما في باطن الأرض على الصعود لأعلى؛ حتى تتدفق إلى السطح ويتكون البركان عندما تتراكم اللابة بعضها فوق بعض مشكلة شكلًا قمعيًا.

٩. **التفكير الناقد** رتب سلاسل الجبال الآتية من الأحدث إلى الأقدم: الأبلاش، الهملايا، روكي. علمًا بأن جبال الهملايا هي الأكثر وعورة، وقممها أشد انحدارًا، وجبال الأبلاش هي الأقل وعورة وقممها أقل انحدارًا.

ترتيب الجبال من الأحدث إلى الأقدم: الهملايا – روكي – الأبلاش.

تطبيق المهارات

١٠. **خريطة المفاهيم** اعمل خريطة مفاهيم لسلسلة أحداث تصف تكوّن الجبال المطوية.



الدرس ٢

التجوية والتعرية وأثرهما

في هذا الدرس

الأهداف

- **تحدد** العمليات التي تؤدي الى تكسر الصخور.
- **تصف** العمليات التي تؤدي الى تغير البنية الكيميائية في الصخر.
- **توضح** كيف تكونت التربة.
- **تحدد** عوامل التعرية.
- **تصف** آثار التعرية.

الأهمية

تتكون التربة عندما تتفتت الصخور ويتغير تركيبها الكيميائي. والتربة موطن للعديد من المخلوقات الحية. ومعظم النباتات تحتاج إلى التربة لكي تنمو. وتساهم التعرية في تشكل سطح الأرض.

مراجعة المفردات

المطر الحمضي رطوبة حمضية لها رقم هيدروجيني أقل من ٦،٥.

الترسيب يحدث الترسيب عندما لا تستطيع التعرية نقل ما تحمله.

المفردات الجديدة

• التجوية	• التعرية
• التجوية الميكانيكية	• حركة الكتل الأرضية
• التجوية الكيميائية	• الجريان السطحي
• التربة	• الحت

التجوية

هل لاحظت يوما وجود أخاديد في الشوارع أو أرصفه متكسرة؟

عندما تسير السيارة فوق أخدود في الشارع، أو عندما تسير أنت فوق رصيف مكسور فستعرف أن صلابتها ليست كما يجب أن تكون. إن وجود الحفر في الشوارع وتكسر الأرصفة يشيران إلى أن المواد تتغير بعوامل الطبيعة. و**التجوية** عملية سطحية ميكانيكية أو كيميائية تؤدي إلى تفتت الصخور إلى قطع صغيرة.

فالتجمد والانصهار والأكسجين في الهواء، وحتى النباتات والحيوانات جميعها يمكن أن تؤثر في استقرار الصخور وثباتها. إنها من العوامل التي تسبب تجوية الصخور على سطح الأرض وتحويلها إلى تربة في بعض الحالات.

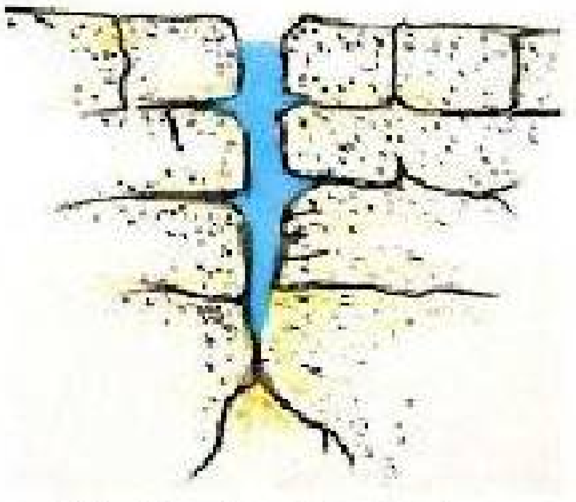
التجوية الميكانيكية

عندما ينكسر الرصيف فهذا يعني أن قطعة إسمنت كبيرة قد تكسرت إلى قطع صغيرة دون أن يطرأ تغير على تركيب أو هوية الإسمنت نفسه. فهو قد تفتت فقط

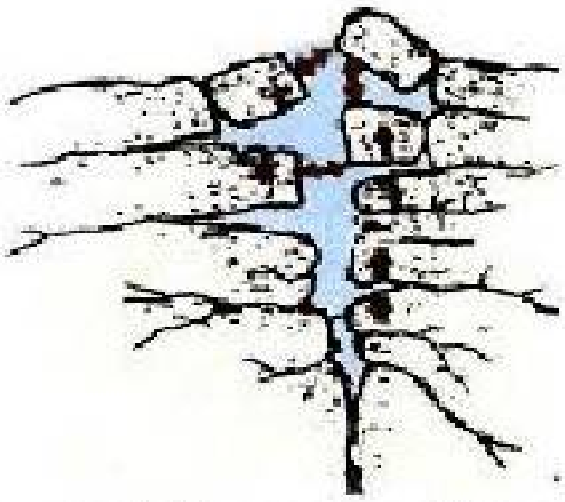
الشكل١٧ قوى التجوية الميكانيكية تكسر الصخور إلى قطع.

صف كيف يمكنك معرفة ما إذا كانت قطع صغيرة من الجرانيت نتجت عن تجوية ميكانيكية؟

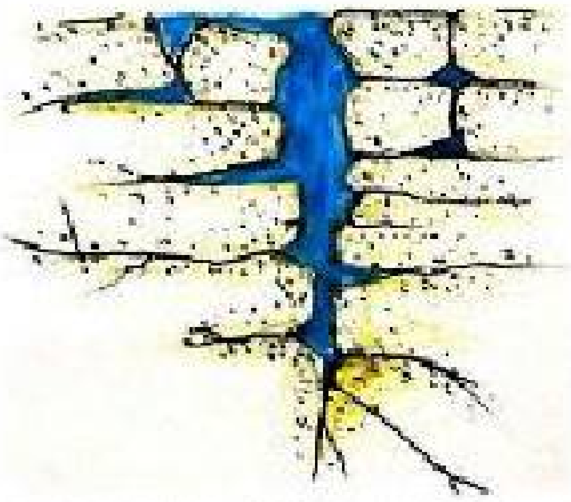
تم تكسير الجرانيت إلى قطع صغيرة دون حدوث أي تغير كيميائي في بنيته.



يتسرب الماء إلى الشقوق. وكلما كانت الشقوق أعمق وصل الماء إلى عمق أكبر.



يتجمد الماء ويتمدد ويؤدي ذلك إلى توسع الشقوق.



ينصهر الجليد، وإذا انخفضت الحرارة إلى ما دون درجة التجمد مرة أخرى تتكرر العملية.

الشكل١٨ يؤدي الماء مع الزمن إلى كسر الصخور.

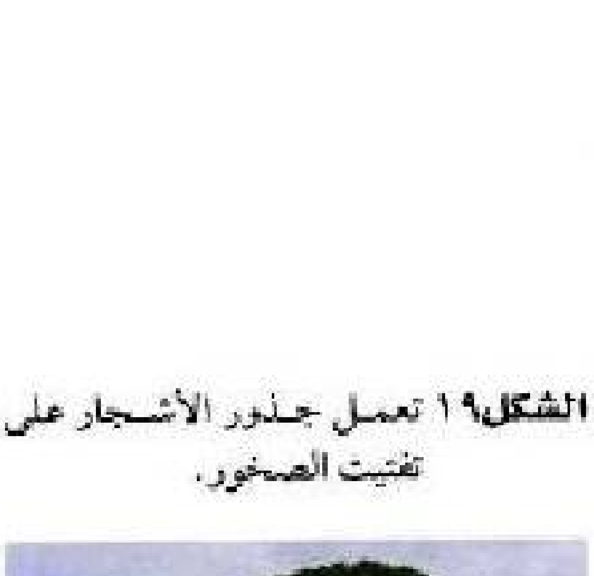
إلى قطع صغيرة. وهذه العملية مشابهة للتجوية الميكانيكية. **فالتجوية الميكانيكية** تكسر الصخور إلى قطع صغيرة دون أن تغير تركيبها الكيميائي. ويكون تركيب القطع الصغيرة مماثلاً لتركيب الصخر الأصلي، انظر الشكل ١٧، ومن أسباب التجوية الميكانيكية تجمد الماء والنشاط الحيوي للمخلوقات الحية.

الجليد تنخفض درجة الحرارة في بعض الأماكن إلى درجة تؤدي إلى تجمد الماء، وعندما ترتفع درجة الحرارة ثانية ينصهر الجليد، فتؤدي عملية تجمد الماء وانصهاره إلى تكسر الصخور. ولكن كيف يحدث ذلك؟ عندما يسقط المطر أو ينصهر الجليد، يتخلل الماء في الشقوق الموجودة في الصخور. وإذا انخفضت درجة الحرارة إلى ما دون التجمد فإن بلورات الجليد تتشكل. ومع ازدياد حجم هذه البلورات تأخذ حيزًا أكبر مما يأخذه الماء السائل؛ فالماء حين يتجمد تتباعد جزيئاته. وهذا التمدد يؤدي إلى تولد ضغط على الصخر. وعند وجود قوى كافية، يتشقق الصخر، وفي النهاية ينكسر، انظر الشكل ١٨.

ماذا قرأت؟ وضح كيف يعمل الجليد على تفتيت أو تكسير الصخور؟

مع تشكل الثلج فإنه يحتاج إلى حيز أكبر من الماء مما يسبب ضغط على الصخر يؤدي إلى حدوث الشقوق.

الشكل١٩ تعمل جذور الأشجار على تفتيت الصخور.

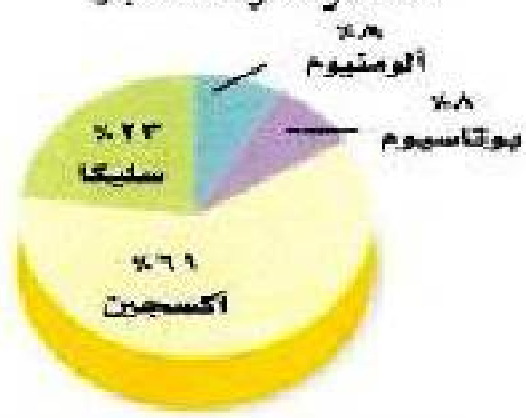


النباتات والحيوانات تسبب النباتات والحيوانات تجوية ميكانيكية أيضًا، حيث تنمو النباتات في أماكن تبدو غير ملائمة، وتنمو جذورها عميقًا داخل الشقوق في الصخور حيث تتجمع المياه. انظر الشكل ١٩ ومع نمو الجذور، تصبح أكثر سمكًا وطولاً، وتؤدي إلى توليد ضغط على الصخور، ومن ثَمّ كسرها. وتعمل السناجب والحيوانات الأخرى التي تحفر داخل الأرض على تجوية الصخور. فعندما تحفر الحيوانات داخل الرسوبيات أو الصخور الرسوبية الطرية فإنها تكسر الصخور، كما أنها تدفع بعض الصخور والرسوبيات إلى السطح، حيث يسود نوع آخر من التجوية يُسمى التجوية الكيميائية.

الشكل ٢٠ تؤدي التجوية الكيميائية إلى تغيير التركيب الكيميائي للصخور والمعادن.

وضح كيف يختلف معدن الكاولين عن الفلسبار؟

يحتوي هيدروجين ولا يحتوي بوتاسيوم.



تتفاعل بلورات الفلسبار مع حمض الكربونيك.

يتكون معدن الكاولين.

التجوية الكيميائية

تحدث **التجوية الكيميائية** عندما يتغير التركيب الكيميائي للصخور. هذا النوع من التجوية أكثر تأثيرًا في المناطق الاستوائية؛ لأنها مناطق رطبة، ودرجة حرارتها مرتفعة معظم الوقت. وتكون التجوية الكيميائية بطيئة في الصحارى لأن الأمطار فيها قليلة، وبطيئة في القطبين لأن درجة الحرارة فيها منخفضة. ويلخص **الجدول ١** معدل التجوية الكيميائية تبعًا للمناخات المختلفة. وأهم عاملين في التجوية الكيميائية هما الأكسجين والأحماض الطبيعية.

ماذا قرأت؟ لماذا تكون التجوية الكيميائية سريعة في المناطق الاستوائية؟

ظروف درجة الحرارة والرطوبة تسرعان من عملية التجوية.

الربط مع الكيمياء

الأحماض الطبيعية تتفاعل بعض الصخور مع الأحماض الطبيعية الموجودة في البيئة، فعندما يتفاعل الماء مع ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء أو التربة يتكون حمض الكربونيك، الذي يستطيع تغيير التركيب الكيميائي للمعادن في الصخور، كما هو موضح في الشكل ٢٠.

ومع أن حمض الكربونيك ضعيف، إلا أنه يتفاعل كيميائيًا مع العديد من الصخور. ويتفاعل الخل مع كربونات الكالسيوم في الطباشير ويؤدي إلى إذابتها. وبالمثل فإن حمض الكربونيك عندما يلامس صخر الحجر الجيري أو الدولوميت أو الرخام فإنه يتفاعل معها ويذيبها. وهناك صخور أخرى تحدث فيها تجوية عندما تتعرض لحمض الكربونيك.

جدول ١ معدل التجوية

المناخ	التجوية الكيميائية
حار وجاف	بطيء
حار ورطب	سريع
بارد وجاف	بطيء
بارد ورطب	بطيء

الشكل ٢١ تنمو الحزازيات على الصخور مسببة تجوية كيميائية لها.

تجربة

إذابة الصخور بالأحماض

الخطوات

تحذير لا تنزع النظارة الواقية إلا بعد تنظيف المختبر وغسل اليدين.

١. استخدم **قطارة** لوضع عدة قطرات من الخل فوق **طباشير وحجر جيري**، وشاهد النتائج بعدسة مكبرة.

١. ضع عدة قطرات من **حمض الهيدروكلوريك** المخفف ٥% على طباشير وحجر جيري، وشاهد النتائج.

التحليل

١. صف أثر الخل وحمض الهيدروكلوريك على الطباشير والحجر الجيري.

حمض الهيدروكلوريك والخل يتفاعلان مع الطباشير ويظهر التفاعل على شكل فوران وفقاعات وقد لايكون هناك تأثير للخل على الحجر الجيري.

٢. ابحث عن نوع الحمض الذي يوجد في الخل.

حمض الأستيك.

تجربة عملية التجوية الكيميائية والميكانيكية
ارجع إلى كراسة التجارب العملية

أحماض النباتات تفرز جذور النباتات أحماضًا يمكن أن تتفاعل مع الصخور. وتقوم الكثير من النباتات بتكوين مادة تسمى التّنين. ومع وجود السوائل تكوّن هذه المادة حمض التنيك، فيقوم هذا الحمض بإذابة بعض المعادن في الصخور. وعندما تذوب المعادن، يصبح المتبقي من الصخر ضعيفًا ويتكسر إلى قطع صغيرة. لذا عندما تشاهد طحالب أو نباتات تنمو فوق صخر قم بإزالتها، وسوف تلاحظ زوال لون الصخر في المناطق التي تتفاعل فيها أحماض النباتات مع بعض معادن الصخر الشكل ٢١.

أثر الأكسجين عندما ترى سيارات صدئة، أو تربة حمراء، أو صخرًا أحمر، فإنك تشاهد نتائج عملية أكسدة، وهي تأثير التغير الكيميائي الذي يحدثه الأكسجين. وعندما تتأكسد مواد غنية بالحديد فإن تفاعلًا كيميائيًا يؤدي إلى تكون صدأ على المادة. تتعرض الصخور إلى التجوية بالطريقة نفسها. فعندما تتعرض معادنها التي تحتوي على الحديد إلى الأكسجين، تتحول إلى مركبات هشة تشبه الصدأ، ويؤدي ذلك بدوره إلى ضعف الصخر وتكسره.

وتتلون بعض الصخور بالأحمر أو البرتقالي عندما تتفاعل المعادن الموجودة فيها، والتي تحتوي على الحديد مع الأكسجين.

التربة

هل التربة هي فقط الأوساخ الموجودة أسفل قدميك، أم هي شيء أكثر أهمية؟ **التربة** خليط من مواد عضوية وماء وهواء وصخر تعرض لعمليات التجوية، وهي مواد مهمة لنمو النباتات. كما تتضمن التربة المواد العضوية المتحللة ومنها أوراق وأغصان وجذور ومواد أخرى، وهناك العديد من العوامل التي تؤثر في تكون التربة.

الصخر الأصلي يوضح الجدول ٢ أن نوع الصخر الأصلي الذي تعرض للتجوية من العوامل المؤثرة في تكون التربة. فمثلًا في المناطق التي يتعرض فيها الحجر

جدول ٢ العوامل المؤثرة في تكون التربة

الصخر الأصلي	درجة ميل السطح	المناخ	الزمن	المخلوقات الحية

الجيري للتجوية الكيميائية تكثر التربة الطينية؛ لأن الطين يبقى في المنطقة بعد ذوبان الحجر الجيري. أما المناطق التي يتعرض فيها الصخر الرملي للتجوية فتتكون فيها تربة رملية.

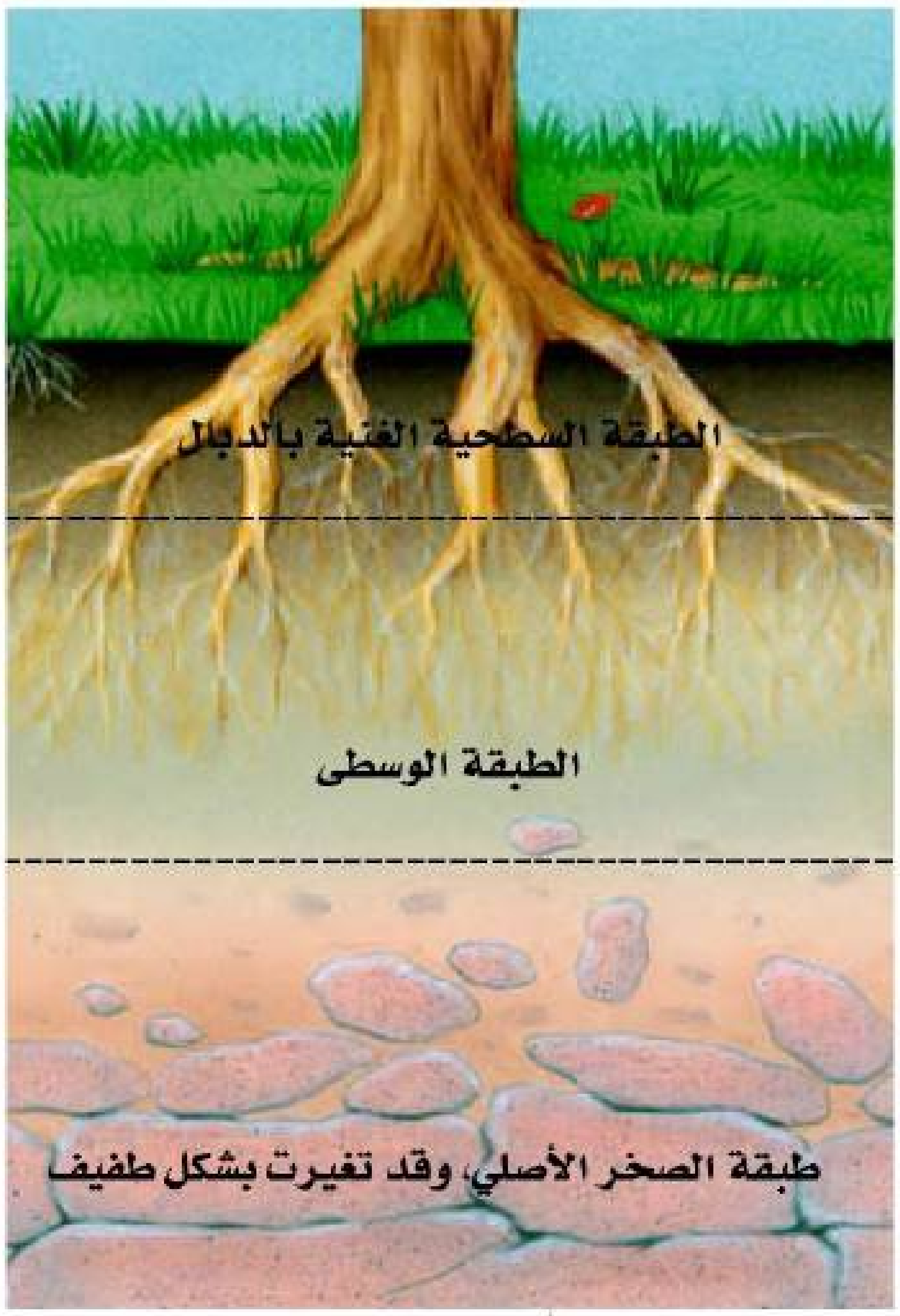
درجة ميل السطح تؤثر تضاريس سطح المنطقة في نوع التربة المتكونة فيها. ولعلك لاحظت أن المناطق الجبلية ذات السفوح المنحدرة نادرًا ما تحوي تربة. ويعود السبب في ذلك إلى أن فتات الصخور ينزلق إلى أسفل الجبل بشكل مستمر. وفي المقابل ترسب المياه والرياح– في المناطق التي تكون فيها الأرض منبسطة– رسوبيات ناعمة تساعد في تكون تربة سميكة.

المُناخ يؤثر المناخ أيضًا في تكون التربة. فإذا تعرضت الصخور لتجوية فعالة، فسوف تتكون تربة سميكة بسرعة. وهذا ما يحدث عادة في المناطق الاستوائية حيث المناخ حار ورطب. كما يؤثر المناخ في كمية المواد العضوية في التربة. فتربة الصحارى مثلًا تحتوي كمية قليلة من المواد العضوية، بينما توجد كميات كبيرة من المواد العضوية في تربة مناطق المناخ الحار والرطب. وعندما تموت النباتات والحيوانات تبدأ عملية التحلل بوساطة البكتيريا والفطريات. ويؤدي ذلك إلى تكون مادة قاتمة اللون تُسمى الدبال كما هو مبين في مقطع التربة في الشكل ٢٢. ومعظم المواد العضوية في التربة دبال، ويساعد الدبال التربة على حفظ الماء وتوفير المواد المغذية التي تحتاج إليها النباتات للنمو.

الزمن تستغرق عملية تجوية الصخور زمنًا معينًا. وقد تحتاج التربة إلى آلاف السنين حتى تتكون. وبمرور الزمن على تكوّن التربة، تصبح مختلفة عن الصخر الذي تكونت منه. فالصخر الأصلي في التربة الحديثة هو الذي يحدد خصائص التربة، ومع استمرار التجوية يزداد اختلاف التربة عن الصخر الأصلي. وتتكون تربة سميكة مكتملة التكوين في المناطق التي تؤثر فيها التجوية بشكل مستمر لفترات زمنية طويلة. ولكي يحدث هذا فإن مادة التربة يجب ألا تتعرض للتعرية، كما يجب ألا تترسب رسوبيات جديدة فوق سطح الأرض بسرعة.

المخلوقـات الحيـة مـن الأمثلـة الواضحـة علـى تأثيـر المخلوقات الحية في تطور التربة، الأشنات وهي مخلوقات صغيـرة مكونة من طحالـب وفطريات تعيش معًـا، وتتبادل المنفعـة، ونراها في الطبيعة على شـكل بقع متعددة الألوان تنمو فـوق أغصان النبـات أو الصخور المنحـدرة، وعندما تنمو الأشـنات على الصخر تسـتمد منه المواد المغذية مما يـؤدي إلى إضعـاف الصخـور وتفتيتهـا، وتنشـأ نتيجة هذه العملية طبقة رقيقة من التربة.

وبعـد تكـوُّن التربة يمكن للعديـد من النباتات كالأعشـاب والأشـجار أن تنمو فيها. وتبـدأ جذور هذه النباتات بدورها فـي تفتيـت الصخر الأصلـي. كمـا أن بقايا النباتـات الميتة -ومنهـا الأوراق- تتراكـم وتضيـف المـواد العضويـة إلى التربـة. وتعطي بعض النباتات مواد عضويـة للتربة أكثر من غيرها. لذلك تكون التربة المتكونة تحت المناطق العشـبية غنية بالمواد العضوية أكثر من التربة التي تتكون في الغابات.



الشكل ٢٢ تتكون التربة من طبقات نشـأت بفعـل التجويـة، وجريان المـاء، والمواد الكيميائيــة، ونشـــاط المخلوقات الحية.

وضح مـا الـدور الذي تلعبه المخلوقات الحية الدقيقة في تطور التربة؟

تقوم بتحليل المواد العضوية.

عوامل التعرية

تخيـل أنـك تنظر إلى واد كبيـر محفور بتأثير نهـر طويل، أو أنك تنظر إلى غروب الشمس في منطقة صخرية شاطئية. إن مناظر كهذه أمثلة رائعة على جمال الطبيعة التي أبدعها الله الذي خلق كل شـيء. لكن كيف تتكون الوديان الكبيرة والأقواس المنحوتة في صخور صلبة؟ تنتج هذه الظواهر وغيرها عن تعرية سـطح الأرض. **فالتعرية** هي اهتراء الصخور أو الرسوبيات ونقلها، وتحدث التعرية بفعل الجاذبية والجليد والرياح والمياه التي تعمل على نحت سطح الأرض.

الجاذبية

الجاذبية هي القوة التي تسـحب الأجسـام بعضها نحو بعض. كما تسـحب الجاذبية الأرضيـة كل شـيء موجـود علـى الأرض نحو مركزهـا. ونتيجة لذلك، فـإن المياه تنحدر إلى أسفل الجبال، والصخور تسقط نحو أسفل المنحدرات. وعندما تتحرك الصخـور أو الرسـوبيات نحو أسـفل منحدر بسـبب الجاذبية فقط فإن ذلك يسـمَّى **حركة الكتل الأرضية**. وتتحرك الكتل الأرضية في أي مكان يوجد فيه تلال أو جبال، كمـا يحدث أيضًا بجانب البراكيـن. وهناك أربعة أنواع من حركات الكتل الأرضية: الزحف، والسقوط، وانزلاق الصخور، والتدفق الطيني، انظر **الشكل ٢٣**.

حركة الكتل الأرضية

الشكل ٢٣ عندما تؤدي قوة الجاذبية إلى سقوط قطعة كبيرة من التربة أو الصخر إلى أسفل تل تدريجيًا أو فجأة، فإن ذلك ما يسميه الجيولوجيون حركة الكتل الأرضية. وتشترك عادة التجوية والمياه في إحداثها. وترى هنا عدة أشكال منها.

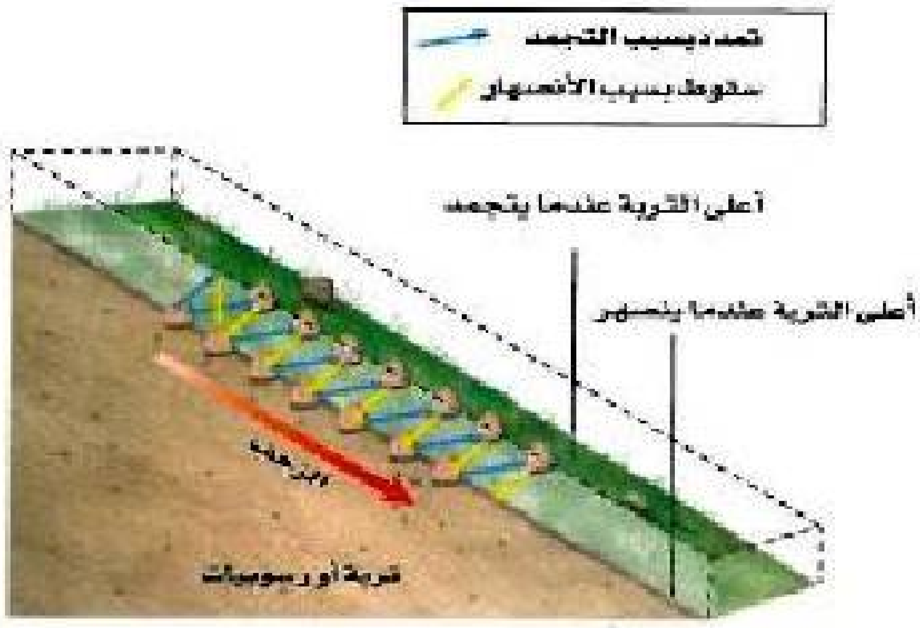
أ الزحف عندما تتحرك التربة على المنحدرات ببطء شديد إلى أسفل فإن حركة الكتل الأرضية هذه تُسمى زحفا، وقد مالت بعض الأشجار في الشكل الأيمن تدريجيًا بسبب تأثير ضغط الزحف في جذوعها.

ب السقوط هذا الجرف يبين تأثير الانزلاق الأرضي الذي يعرف بالسقوط. وعادة ما يحدث السقوط بعد حدوث الزلازل أو الأمطار الغزيرة.

ج الانزلاق الصخري عندما تتكسر الصخور الواقعة على جانب جرف أو جبل، فإنها تنهار إلى أسفل فيما يسمى الانزلاق الصخري. والانزلاق الصخري كما في الشكل عن اليسار يمكن أن يحدث دون سابق إنذار.

د التدفق الطيني مدينة يظهر فيها الدمار الذي سببه النوع الرابع من الانزلاقات الأرضية وهو التدفق الطيني. عندما تؤدي الأمطار الغزيرة إلى إشباع الرسوبيات يتكون التدفق الطيني على هيئة خليط كالعجين من ماء ورسوبيات ويتحرك إلى الأسفل. ▼

الزحف العمليـة التـي تحدث أثنـاء حركة الرسـوبيات ببطء نحو أسـفل المنحدرات تُسـمى الزحف، **الشـكل ٢٣**. ويسود الزحـف في المناطق التـي يحدث فيها تجمد المـاء وانصهاره **الشـكل ٢٤**. فمع تمدد الجليد الناتج عن تجمد الماء في التربة فإنه يدفع الرسـوبيات إلى السـطح، وعندمـا ينصهر الجليد في التربة تتحرك الرسـوبيات إلى أسفل المنحدر. وبمرور الزمن، فإن الزحف يستطيع تحريك كميات كبيرة من الرسوبيات، مما يسبب دمارًا لبعض الأبنية والمنشآت الأخرى.



الشكل ٢٤ عندما تتجمد التربة ترتفع دقائقها للأعلى. وعندما تنصهر المياه في التربة تسحب قوة الجاذبية دقائق التربة للأسفل. وفي النهاية ستتحرك كميات ضخمة من التربة بهذه العملية.

السقوط يحدث السـقوط عندما تتحرك كتلة مـن الصخور أو الرسـوبيات إلى أسفل منحدر تاركة فيه أثرًا منحنيًا، **الشكل ٢٣**. ويحدث السقوط عادة في الطبقات السميكة المكونة من رسوبيات مفككة، أو من الصخور الرسوبية. وكثيرًا ما يحدث السـقوط على المنحدرات التي تم حتها من أسفل، كتلك الواقعة فوق قاعدة جرف جـرى حته بأمواج البحر. وهذا النوع من السـقوط قـد يؤدي إلى تدميـر الكثير من المنازل المبنية فوق الصخور الشاطئية.

الانـزلاق الصخري هل يمكنك تخيل ملايين الأمتار المكعبة من الصخور وهي تنحدر مزمجرة إلى أسـفل جبل بسـرعة تزيد على ٢٥٠كم/ سـاعة؟ هذا ما يحدث فـي الواقع أثناء الانزلاق الصخري، حيـث تنفصل طبقات من الصخور وتنزلق إلى أسـفل. وعادة تتفتـت هذه الصخور المنزلقة. وتؤدي هذه العمليـة إلى تراكم قطع كبيرة من الصخور أسـفل المنحدر، انظر الشـكل ٢٣ج. وفي بعض الحالات يكون للصخـور المنزلقة أثر تدميـري على المباني والقرى والطرق وحياة السـكان. ومن ذلك ما حدث نتيجة الانزلاق الصخري في جبل المقطم في القاهرة عام ٢٠٠٨م.

الربط مع الفيزياء

حركـة الكتـل الأرضية يحدث السـقوط والانزلاق الصخري عـادة عند إشـباع الرسـوبيات بالمـاء؛ حيـث يقـوم المـاء الموجود بين حبات الرواسب برفـع الصخـر والرسـوبيات، مما يسهل انزلاقها. هل يمكن أن تفكـر فـي طريقـة تحمـي بهـا المنحدرات مـن الانزلاق الصخـري والسـقوط؟ وضح ذلك.

التدفق الطيني يحدث التدفق الطيني عندما يعمل الجليد المنصهر أو المطر على إشـباع الرسـوبيات. والتدفق الطيني كتلة من الرسـوبيات الرطبة المتدفقة إلى أسفل منحدر، انظر الشكل ٢٣د. وتختلف التدفقات الطينية في حجمها وسرعتها؛ فهناك تدفق بطيء وسـميك يسير عدة أمتار في اليوم، وآخر أكثر سـيولة يسير بسرعة تصل إلى ١٦٠ كم/ ساعة. وهذا النوع الأخير يكثر في بعض مناطق البراكين.

ماذا قرأت؟ ما أبطأ نوع من حركات الكتل الأرضية الأربع؟

الزحف.

الشكل ٢٥ تتكون الجليديات في المناطق الباردة

الجليد

يلعب الجليد في بعض الأماكن دور عامل التعرية. ففي الأماكن الباردة تكون كمية الثلوج التي تسقط أكثر من تلك التي تنصهر. ومع مرور السنين يتراكم الثلج ليشكل كتلاً ضخمة وسميكة من الجليد تدعى الجليديات. وعندما يصبح سُمكها كافيًا، تنزلق على المنحدرات بفعل الجاذبية. ومع حركة الجليد على سطح الأرض فإنه يؤدي إلى تعرية المواد من مكان، وترسيبها في مكان آخر.

وفي الوقت الحالي تغطي جليديات القارات نحو ١٠٪ من مساحة الأرض انظر الشكل ٢٥، بينما توجد جليديات الوديان في الجبال التي لا تكون درجات الحرارة فيها مرتفعة بشكل كافٍ لصهر الجليد. وتتراوح سرعة حركة الجليديات في الوديان الجليدية بين ١ سم/ يوم، إلى ٢م/ يوم، وقد تصل إلى ٢٠٠م/ يوم في أوج اندفاعها.

التعرية بفعل الجليد تستطيع الجليديات تعرية الصخور تحتها بإحدى طريقتين؛ الأولى إذا كان الصخر به شقوق فيمكن أن يفتته الجليد إلى قطع يحملها معه؛ فيسبب تعريته ببطء. والثانية: إذا تفككت الصخور إلى قطع فوق قاع المجرى، فيمكن أن تسحبها الجليديات على سطح القاع فيؤدي ذلك إلى خدشها وحتها. ومن النتائج الواضحة لتعرية الجليديات للوديان أنها تؤدي إلى زيادة عرض الوادي الذي يصبح شكله كحرف U باللغة الإنجليزية، انظر الشكل ٢٦.

العلوم عبر المواقع الإلكترونية

تعرية الجليديات وترسيبها

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت للبحث عن معلومات حول الترسبات الجليدية والتعرية.

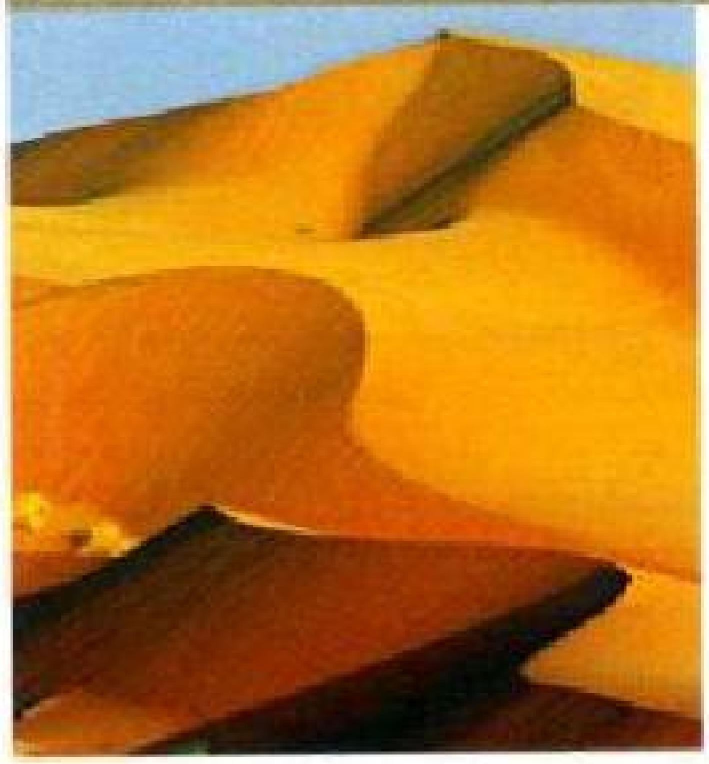
نشاط ابحث في التعرية الجليدية، وصف كيف تؤثر في سطح الأرض.

الترسيب بفعل الجليد تقوم الجليديات أيضًا بالترسيب؛ فمع انصهار الجليد الثابت في مكانه أو في أسفل الوديان أو على أطرافها، تقوم الجليديات بترسيب حمولتها على شكل رواسب جليدية. وما يميز هذه الرسوبيات أنها خليط من حبيبات مختلفة الأقطار، يختلف مقاسها بين حجم حبيبات الطين الصغيرة إلى الجلاميد.

الشكل ٢٦ تستطيع الجليديات زيادة عرض الوديان وإعطاءها شكل حرف U .

الرياح

عندمـا تتحرك الرياح فوق رسـوبيات طرية حبيباتها بحجم الغريـن (الطمى) أو الرمل فإنهـا تحمل معها جزءًا مـن حباتها الناعمة تاركـة وراءهـا الحبـات الكبيـرة التـي لا تستطيع رفعها. كما تستطيع الرياح الحاملة للرمـال حت الصخور التي تمر بها، وهذا ما يُسمى بالبَرْي أو **الحت**. وعندما تمر الرياح على جسم غير منتظم مثل صخر أو تجمع للنباتات فإنها تتباطأ وترسب حمولتها. وإذا استمرت عملية الترسيب يتكون كثيّب رملي، كالذي يظهر في الشكل ٢٧. ومع استمرار حركتها تقوم الرياح بدفع حبات الرمل في الكثيب وتنقله بالكامل من مكان إلى آخر.



الشكل٢٧ نقل الرياح للرمـال يكوّن كثبانًا رملية. ومـع حركـة الريـاح فـوق الكثيب الرملي، تتحرك رماله وتسقط فوق الجهة الأخرى. وبهـذه الطريقة يقوم الكثيب بالهجرة فوق الأرض.

الماء

تسـمى حركـة المـاء الذي يجـري على سـطح الأرض **الجريان السـطحي**. ويُعـد الجريان السـطحي عاملاً رئيسـاً فـي التعرية، خصوصًـا إذا تحركت المياه بسـرعة كبيرة الشـكل ٢٨. وكلما زادت سـرعة المياه زادت مقدرتها على حمل المواد. ويتحرك الماء فوق سـطح الأرض بعدة طرائق، إحداها تحـدث عند هطـول الأمطار على سـطح منحدر، حيث تتحـرك المياه على شـكل طبقة رقيقة، ويسـمى هـذا الجريـان الصفائحي. ويمكنك مشـاهدة هذا النوع عندما تسـكب الماء على سطح سيارة. وعندما تسير المياه حول حواجـز فإنها تصبح أعمق وتكـوّن الجداول الصغيرة. ومـع الزمن، تتعمق هـذه الجداول وتتحول إلى أخاديـد. وهذه الجـداول والأخاديد هي النوع الثانـي مـن طرائق جريـان المياه، وهي أقـدر على تعرية سـطح الأرض من الماء الذي يجري جريانًا صفائحيًا.

أمّـا النوع الثالث والشـهير من طرق جريـان المياه فهي الأنهـار. وقد تكون الأنهار صغيرة بحيث تستطيع القفز من فوقها، أو كبيرة تصلح لسير البواخر الضخمة، ففي المناطق الجبلية تجري الأنهار بسـرعة كبيرة لدرجة تستطيع معهـا نقل الصخور وخصوصًـا في مناطق تكوّن الشـلالات. وعندما تترك الأنهـار الجبال وتسـير نحو المناطق المنبسـطة فإن سـرعتها تنخفض. وقد تتحـرك الأنهـار يمينًا ويسـارًا، فتقوم بحتّ الصخور على أحـد الجوانب وترسيبها على الجانب الآخر.

الشكل٢٨ تحمـل السـيول والأنهـار الميـاه التي تعمل على حتّ الصخور.

تشكيل سطح الأرض تعد الأنهار من أهم عوامل حت سطح الأرض. فبمرور فترات زمنية طويلة يستطيع النهر بقوته الكبيرة أن يقطع الصخور الصلبة ويكوّن وديانًا ضخمة. كما تقوم الأنهار بتشكيل سطح الأرض عن طريق ترسيب فتات الصخور. فعندما يصل النهر إلى بحر أو بحيرة فإن سرعته تنخفض وتترسب حمولته على القاع. وهذا النوع من الرسوبيات يشكل ما يسمى الدلتا، مثل دلتا نهر النيل في مصر.

الشكل ٢٩ منطقة الرسوبيات الثلاثية الشكل الموجودة عند مصبات الأنهار تسمى الدلتا. وتعد التربة في هذه المناطق أكثر أنواع التربة خصوبة

أثر التعرية

تشترك جميع عوامل التعرية في تشكيل سطح الأرض، فتنتقل الصخور والرسوبيات من مكان ترسيبها إلى مكان آخر. وفي الأماكن التي تُزال منها المواد تتكون الوديان والأخاديد. بينما يتكون في أماكن الترسيب الدلتا والكثبان الرملية ومظاهر أخرى.

تطبيق العلوم

هل يمكن مشاهدة أثر التعرية في الحقول؟

لعلك ذهبت يومًا في رحلة داخل الوطن أو خارجه، ومررت بمناطق فيها مزارع. قد تكون شاهدت أرضًا جرداء أو زُرعت حديثًا. ربما كانت التربة مهيأة لزراعة محصول ما مثل الذرة أو القمح أو الفاصولياء. فهل تؤثر التعرية في حقول الزراعة؟

تحديد المشكلة

الطبقة العلوية في معظم أنواع التربة لونها داكن أكثر من الطبقات السفلية؛ لأنها تحتوي على مواد عضوية أكثر. وهذه الطبقة هي التي تتم تعريتها أولاً. كيف تظهر الصورة دلائل على ذلك؟

حل المشكلة

١. لاحظ الصورة، واكتب وصفًا لها في دفتر العلوم.

الصورة عبارة عن أرض محروثة جزء منها مرتفع ولونها بني.

٢. استنتج لماذا يكون لبعض المناطق لون داكن أكثر من الأخرى؟ وما أعلى نقطة في الحقل؟

يؤدي الجريان الصفائحي إلى غسل التربة السطحية الغنية بالمواد العضوية ونقلها إلى أسفل المنحدرويكون لون التربة في أعلى نقطة أفتح ما يمكن لفقدانها المواد العضوية داكنة اللون.

مراجعة الدرس ٢

الخلاصة

التجوية الميكانيكية

- تؤدي دورة التجمد والانصهار إلى تآكل الصخور وتفتتها.
- تؤدي جذور النباتات والحيوانات التي تحفر الأرض إلى تفتّت الصخور.

التجوية الكيميائية

- تتفاعل بعض الصخور مع الأحماض الطبيعية.
- تؤثر في التربة عوامل مختلفة هي: نوع الصخر الأصلي، ودرجة ميل السطح، والمناخ، والزمن، والمخلوقات الحية.

الجليديات

- تتحرك الجليديات على سطح الأرض فتعري المواد من مكان، وتُرسّبها في مكان آخر.

الرياح

- البَرْي والنحت نوعان من التعرية ينجمان عن الرياح.

الماء

- تُسمّى حركة الماء الذي يجري على سطح الأرض الجريان السطحي.
- تنجم التعرية عن جريان ماء الأمطار على سطح منحدر، أو الجداول أو الأنهار، وقد تنشأ عنها الوديان والأخاديد.

اختبر نفسك

١. **صف** كيف تتعرض الصخور للتجوية الميكانيكية؟

يتم تكسير الصخور بتأثير نمو كل من جذور النباتات وبلورات الثلج.

٢. **سمِّ** عاملين من عوامل التجوية الكيميائية.

الحموض الطبيعية والأكسجين.

٣. **وضح** كيف يعمل حمض الكربونيك على تجوية الصخور؟

يقوم حمض الكربونيك بالتفاعل مع بعض المركبات الصخرية لإنتاج مركبات جديدة تذوب في الماء.

٤. **صف** أربعة من عوامل التعرية. أي هذه العوامل أسرع وأيها أبطأ؟ وضح إجابتك.

الجاذبية والجليد والماء والرياح تؤدي الجاذبية إلى تحريك الرسوبيات أسفل المنحدرات وينقل الجليد والماء والرياح الرسوبيات لذا فإن الجاذبية أسرع عوامل التعرية والجليد أبطأها.

٥. **وضح** متى تقوم الأنهار بترسيب الرسوبيات؟ ومتى تقوم الأنهار بحت الصخور؟

يحدث الترسيب عندما تقل قوة التيار عن القوة اللازمة لحمل الرسوبيات، أما التعرية فتحدث عندما تزداد قوة التيار.

٦. قارن بين التجوية الميكانيكية الناتجة عن الجليد والتجوية الميكانيكية الناتجة عن نمو الجذور.

كلاهما يكسر الصخور والتجوية الناتجة عن الجليد بسبب زيادة حجمه أما التجوية بالجذور تنتج عن نمو الجذور.

٧. صف كيف تتكون التربة؟

تتكون التربة عن طريق تعرض أنواع مختلفة من الصخور إلى عوامل التجوية المختلفة وبعد تكون التربة تنمو النباتات والأشجار والتي تفتت جذورها الصخر الأصلي كما تتراكم بقايا النباتات الميتة وتضيف المواد العضوية إلى التربة.

٨. التفكير الناقد

- كيف يؤثر المناخ في معدل كل من التجوية الميكانيكية، والتجوية الكيميائية؟ وما العلاقة بين هذين النوعين من التجوية ؟

تكون التجوية الميكانيكية سريعة في المناخ الحار الرطب بسبب النمو السريع للنباتات وفي المناخ البارد الرطب بسبب تكرار عمليتي تجمد الثلج وذوبانه.أما في التجوية الكيميائية فتكون بطيئة في الحالات التالية للمناخ: حار جاف ـ بارد وجاف – بارد ورطب، وتكون سريعة في المناخ الحار والرطب كلا النوعين يوجد في المناخ الرطب.

- لماذا يقوم النهر الذي كان يحتّ الرسوبيات ويرسبها على جوانبه بقص الصخور وتكوين أخاديد كبيرة؟

يحدث ذلك بسبب انحدار الأرض مما يزيد من قدرة التيار المائي على الحت وتكوين الأخاديد.

تطبيق الرياضيات

٩. إذا قامت الرياح بتعرية منطقة بمعدل ٢ مم كل سنة، ثم ترسيبها في منطقة أصغر بمعدل ٧ مم كل سنة، فكم يكون انخفاض المنطقة الأولى بعد مرور ٢٠٠٠ سنة؟ وكم يكون ارتفاع المنطقة الثانية عندها مع افتراض استمرار عملية الحت والترسيب بالمعدل نفسه ؟

عمق المنطقة الأولى = ٢ × ٢٠٠٠ = ٤٠٠٠ ملم.

ارتفاع المنطقة الثانية = ٧ × ٢٠٠٠ = ١٤٠٠٠ ملم.

استقصاء من واقع الحياة

اصنع نموذجًا وابتكر

توازن القشرة الأرضية

الأهداف

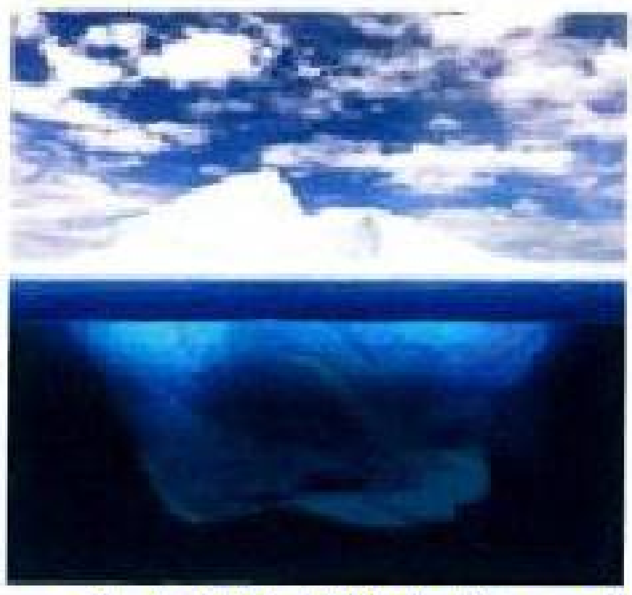
- **تلاحظ** نتائج توازن القشرة الأرضية.
- **تتوقع** ما يحدث للأجسام الطافية عندما تنقص كتلتها أو تزداد.

المواد والأدوات

- ثلاث قطع خشبية أبعادها ٥ سم×٥ سم×٢ سم.
- وعاء بلاستيكي أبعاده ١٠سم×٣٥سم×١٥سم
- ماء
- قلم تخطيط
- مسطرة

إجراءات السلامة

سؤال من واقع الحياة



ينص مبدأ توازن القشرة الأرضية على كونها تطفو فوق طبقة الوشاح الأكثر كثافة منها، وهذا يشبه الطريقة التي تطفو بها الأجسام فوق الماء. ماذا تتوقع أن يحدث عندما تزيد كتلة الجسم الطافي، أو عندما تنقص؟

بزيادة كتلة الجسم الطافي يزداد انغمار الجسم وبنقصان كتلته يقل انغمار الجسم.

اصنع نموذجًا

١. **قرِّر** ما الجسم (أو الأجسام) الذي ستستخدمه في الطفو على سطح الماء أولًا. كيف يمكنك أن تُنقص أو تَزيد كتلته؟

بإضافة أثقال إلى الجسم الطافي ثم رفع الثقل عن الجسم وملاحظة ما يحدث.

٢. ماذا تلاحظ عندما تُغير من كتل الأجسام الطافية؟ وكيف تسجل تأثير زيادة كتلة الأجسام الطافية أو إنقاصها؟

بزيادة كتلة الأجسام يزداد انغمار الجسم وبإنقاص الكتلة يقل انغمار الجسم.

٣. ما كمية الماء التي ستستعملها؟ وما المشاكل التي ستصادفك إذا كان لديك كمية كبيرة جدًا، أو صغيرة جدًا من الماء؟

٤. هل ستعمل أي قياسات إضافية، أو تُسجل أي بيانات أخرى؟

استخدام الطرائق العلمية

٥. **اعمل** قائمة بجميع الخطوات التي خططت لها في هذه التجربة. هل الخطوات مرتّبة ترتيبًا منطقيًا؟

٦. **قارن** بين نموذج خطتك ونماذج الطلاب الآخرين.

٧. تأكد من موافقة معلمك قبل بدء تنفيذ التجربة.

اختبر نموذجك

١. املأ الصندوق بكمية مناسبة من الماء.

٢. ضع الجسم الأول الذي قررت أن تبدأ به في الماء. لاحظ ما يحدث ثم سجل بياناتك.

٣. تابع تنفيذ قائمة الخطوات التي خطّطت لها بالترتيب للحصول على بيانات زيادة الكتلة أو إنقاصها، ولاحظ نموذجك، وسجل جميع البيانات ذات العلاقة في دفتر العلوم.

الاستنتاج والتطبيق

١. **صف** ماذا يشبه الجسم الأول الذي اخترته؟ ما المستوى الذي ارتفع إليه الماء عندما وضعته في الصندوق؟ وكيف زدت كتلته؟ وكيف أنقصتها؟

يشبه الجسم الأول طفو الأجسام في الطبيعة كطفو الثلج على الماء أو طفو الجبال في الوشاح وقمت بإضافة أثقال إضافية إلى الجسم كي تزداد كتلته وإزالة بعض الأثقال عنه لينقص الوزن.

٢. **لخص** ماذا يحدث لحجم كل من جزء الجسم المغمور والجزء غير المغمور (الطافي) عندما تُنقص كتلته؟

عندما تنقص الكتلة يزيد حجم الجزء الطافي من الجسم ويقل حجم الجزء المغمور من الجسم الطافي.

٣. **لخص** ماذا يحدث لحجم الجزء المغمور في الماء والجزء البارز فوق الماء عندما تزيد كتلة الجسم الطافي؟

بزيادة كتلة الجسم يزداد حجم الجزء المغمور في الماء ويقل حجم الجزء البارز فوق الماء.

٤. **فسر** ملاحظاتك حول حجم جزء الجسم الطافي وحجم الجزء المغمور في الماء. ما مقدار الجزء غير المغمور منه؟ و كيف يشبه ذلك العمليات التي تحدث في الأرض؟

نقص كتلة الجسم يؤدي إلى زيادة طفوه إلى أعلى وهذا يشبه ما يحدث للجبال عندما تنقص كتلتها بسبب التعرية فيزيد طفو قاعدتها في الوشاح.

تواصل

بياناتك

اعمل ملصقًا توضح فيه ما تعلمته عن توازن القشرة الأرضية. لمعرفة المزيد ارجع إلى دليل المهارات العلمية في مصادر الطالب التعليمية.

أرقـــام قياسية في العلوم

الجبـــال

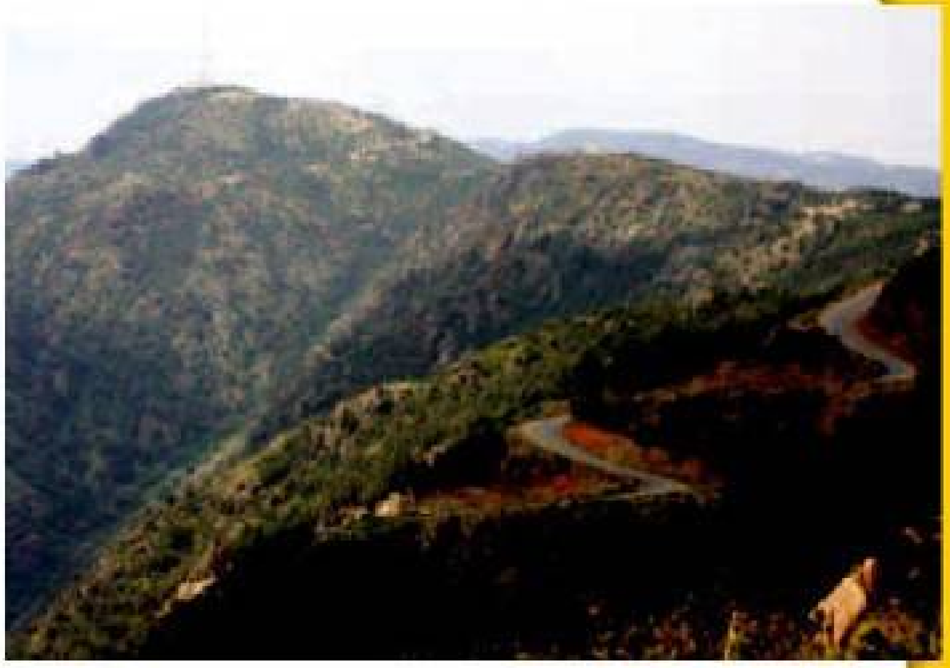
هل تعلم..

.. أن أكبر سلسلة جبلية في العالم موجودة تحت الماء؟

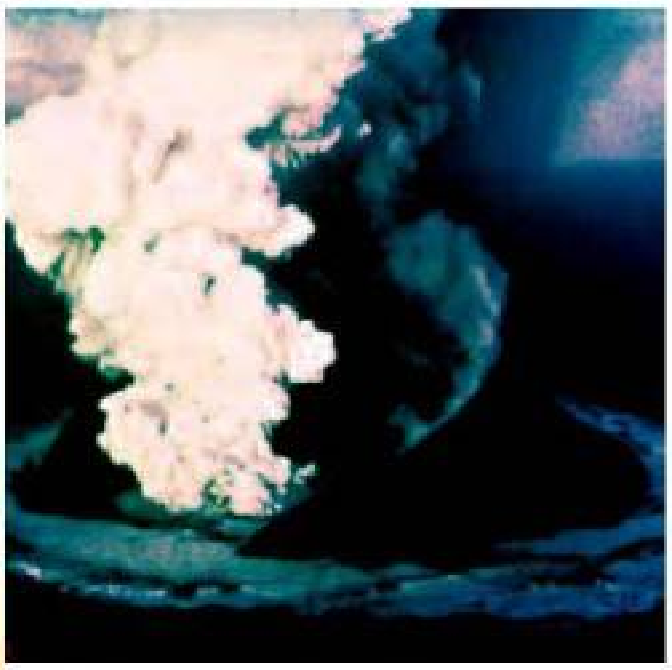
يبلغ طول ظهر وسط المحيط الذي يلتف حول العالم تحت المحيط المتجمد الشمالي والمحيط الهادي حوالي ٦٥٠٠٠كم.

يشكل هذا الطول أربعة أضعاف طول سلسلة جبال الأنديز والروكي والهملايا مجتمعة.

رسم يظهر سلاسل جبلية في قاع المحيط كما تبدو من نافذة غواصة.



.. أن جبال عسير من أقدم الجبال في العالم؟ يعتقد الجيولوجيون أن جبال عسير – وهي جبال ناهضة – قد تكونت منذ ما يزيد على ٥٠٠ مليون عام، وهي لا تزال تتعرض لعوامل التعرية والتجوية والترسيب منذ نشأتها وحتى الآن. هذه الجبال العريقة هي جزء من تكوين جيولوجي يمتد بمحاذاة شاطئي البحر الأحمر الشرقي والغربي، وقد كان هذا التكوين متصلا قبل مئات ملايين السنين، ثم شطره البحر الأحمر عند بدء نشأته.



.. في عام ١٩٦٣م تشكلت جزيرة سيرتسي عندما ثار بركان تحت الماء بالقرب من شواطئ أيسلندا. تشكلت هذه الجزيرة بطول ١,٦ كم وبارتفاع ١٨٣ متر أي بارتفاع بناء ذي ٥٥ طابقاً.

تطبيق الرياضيات

بناءًا عن الأرقام السابقة ما هو ارتفاع الطابق الواحد في البناء؟

ارتفاع الطابق الواحد = ١٨٣ ÷ ٥٥
= ٣,٢٧ متر.

ابحث عن

ابحث عبر المواقع الإلكترونية عن جبل من اختيارك، وحدّد موقعه على الخريطة، ثم ارسم الجبل والمنظر من قمته بأفضل دقة ممكنة.

دليل مراجعة الفصل ٦

مراجعة الأفكار الرئيسة

الدرس الأول حركة صفائح الأرض

١. يُقَسَّم باطن الأرض إلى أربع طبقات: اللب الداخلي، واللب الخارجي، والستار والقشرة.

٢. يُعتقد أن معظم مادة اللب الداخلي واللب الخارجي تتألف من الحديد، ويعتقد أن اللب الخارجي موجود في الحالة السائلة، واللب الداخلي في الحالة الصلبة.

٣. تتألف صفائح الأرض من أجزاء من القشرة الأرضية والجزء العلوي المتصلب من الستار، وهي تتحرك فوق طبقة تشبه البلاستيك في طبيعتها، تسمى الغلاف اللدن.

٤. تتحرك صفائح الأرض معًا؛ فتبتعد إحداها عن الأخرى، أو تقترب منها، أو تتحرك بمحاذاتها.

٥. تسهم كل من تيارات الحمل في الستار والقوى الناتجة عن حركته الدورانية، في حركة الصفائح الأرضية.

٦. تتشكل الجبال بسبب عمليات الرفع، وتتنوع الجبال تبعًا لعمليات الرفع، فإما أن تكون جبالاً صدعية أو مطوية أو بركانية أو ناهضة.

الدرس الثاني التجوية والتعرية ونتائجهما

١. تتضمن التجوية جميع العمليات التي تؤدي إلى تفتيت الصخور.

٢. أثناء التجوية الميكانيكية تتكسر الصخور إلى قطع أصغر نتيجة تعرضها للعمليات الفيزيائية.

٣. تتغير المكونات الكيميائية للصخور أثناء التجوية الكيميائية.

٤. تنشأ التربة مع الزمن من تجوية الصخور. وتشمل عوامل تشكل التربة: الصخر الأم، والتضاريس، والمناخ، وتأثير المخلوقات الحية.

٥. التعرية هي إزالة الصخور أو الرسوبيات من مكانها ونقلها إلى مكان آخر.

٦. تشمل عوامل التعرية كلًّا من الجاذبية والجليديات والرياح والماء.

٧. تقوم عوامل التعرية بنقل الصخور والرسوبيات، وترسبها عندما تنخفض طاقتها الحركية.

٨. يحدد كل من التعرية والترسيب شكل سطح اليابسة.

دليل مراجعة الفصل ٦

تصور الأفكار الرئيسة

انسخ الجدول الآتي المتعلق بأنواع الجبال، وأكمله:

أنواع الجبال الأربعة		
نوع الجبل	مثال	السبب
جبال الكتل المتصدعة	جبال سييرا نيفادا	
جبال الطيات		ضغط
الجبال الناهضة	جبال الروكي	
الجبال البركانية		تدفق اللابة

نوع الجبل	مثال	السبب
جبال الكتل المتصدعة	جبال سييرا نيفادا	شد
جبال الطيات	الألب	ضغط
الجبال الناهضة	جبال الروكى	رفع إلى أعلى
الجبال البركانية	الجبل الابيض	تدفق اللابة

٦ مراجعة الفصل

استخدام المفردات

أجب عن الأسئلة التالية :

١. أي أجزاء لب الأرض يعتقد العلماء أنه سائل؟

اللب الخارجي.

٢. ضِمْن أي نوع من الجبال تصنف جبال عسير في المملكة العربية السعودية ؟

من الجبال الناهضة.

٣. أي نوع من الجبال يتكون في المناطق التي تضغط فيها الصخور بعضها على بعض؟

الجبال المطوية.

استخدم كل زوجين مما يلي في جملة علمية مفيدة :

٤. التجوية الكيميائية – التجوية الميكانيكية

التجوية الكيميائية: تعمل على تغير تركيب الصخر.

بينما التجوية الميكانيكية: تعمل على تكسير الصخر إلى قطع صغيرة دون تغيير في تركيبه الكيميائي.

٥. التعرية – التجوية

التجوية: عملية تكسير الصخور إلى قطع صغيرة.

أما التعرية: فهي نقل هذه القطع من مكان لآخر.

٦. الجريان السطحي – الجريان الصفائحي

الجريان السطحي: هو جريان الماء على سطح الأرض. أما الجريان الصفائحي: فهو حركة الماء على شكل طبقة رقيقة.

٧. حركة الكتل – التجوية الميكانيكية

التجوية الميكانيكية: هي عملية تؤدي إلى تكسير الصخور.

أما حركة الكتل: فهي تحريك هذه الصخور على المنحدرات.

٨. التجوية – التجوية الكيميائية

التجوية: هي عملية سطحية ميكانيكية أو كيميائية تؤدي إلى تفتت الصخور أو تحللها.

أما التجوية الكيميائية: تؤدي إلى تحلل الصخر وتغير مكوناته الكيميائية.

تثبيت المفاهيم

اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي:

٩. أي أجزاء الأرض أكبر؟

أ. القشرة جـ. اللب الخارجي
✓ ب. الستار د. اللب الداخلي

١٠. صفائح الأرض هي قطع من :

✓ أ. الغلاف الصخري جـ. اللب الداخلي
ب. الغلاف اللدن د. الستار (الوشاح)

١١. أي القوى تسبب تقارب الصفائح؟

أ. الشد جـ. القص
✓ ب. الضغط د. التوازن

١٢. أي القوى تسبب تباعد الصفائح؟

✓ أ. الشد جـ. القص
ب. الضغط د. التوازن

١٣. أي نوع من حركة الصفائح الأرضية تحدث عند الحدود التحويلية؟

أ. تقارب الصفائح
ب. تباعد الصفائح
جـ. غوص الصفائح
✓ د. انزلاق الصفائح بعضها بجانب بعض

١٤. أي عوامل التعرية التالية يكوّن وديانًا على شكل حرف U؟

أ. الرياح ✓ جـ. الجليد
ب. المياه د. الجاذبية

١٥. أي الأماكن التالية تكون فيها التجوية الكيميائية أكثر نشاطًا؟

أ. الصحارى جـ. المناطق القطبية
ب. الجبال ✓ د. المناطق الاستوائية

١٦. عندما يتحد ثاني أكسيد الكربون مع الماء يتكون:

أ. كربونات الكالسيوم جـ. حمض التنيك
✓ ب. حمض الكربونيك د. حمض الهيدروكلوريك

١٧. أي عوامل التعرية التالية يكوّن الكثبان الرملية؟

✓ أ. الرياح جـ. الجاذبية
ب. المياه د. الجليد

١٨. وضح كيف تحدد ما إذا كان الجبل ما زال في طور التشكل؟

الجبال التي ما زالت تتشكل تتميز عادة بقمم حادة متعرجة متداخلة.

١٩. استنتج كيف تتباطأ الأمواج الزلزالية عند دخولها الغلاف اللدن وعلام يدل هذا حول طبيعة هذا الغلاف؟

قد تكون الكثافة أقل من كثافة الصخور المحيطة أو تكون منصهرة نوعا ما.

التفكير الناقد

٢٠. **توقع** ماذا يحدث لارتفاع جزيرة جرينلاند عندما تنصهر طبقة الجليد؟

ارتفاع الجزيرة سيزداد بسبب انصهار طبقة الجليد.

٢١. **صف** إذا أردت أن تعرف أن جبلاً تشكَّل بفعل قوى الضغط فعمّ تبحث؟

عن وجود طبقات صخر مطوية.

٢٢. **قارن** بين الجبال البركانية والجبال المطوية، ارسم مخططًا لكل نوع من الجبال، وحدد الأجزاء على الرسم.

كلاهما تكون بفعل قوى الدفع إلى أعلى، وتكون الجبال البركانية مخروطية الشكل، بينما تظهر في الجبال المطوية طبقات صخرية ذات انثناءات.

٢٣. **السبب والنتيجة** اشرح كيف تعمل مياه الأنهار على تكوين الوديان، وكيف تشكّل الجليديات وديانًا على شكل حرف U.

طاقة المياه الجارية تفكك الرسوبيات وتحملها بعيدًا عن مجرى النهر فتتشكل الأودية، وعندما تتحرك الجليديات في مجرى الوادي فإن جوانب الكتلة الجليدية المتحركة تنحت جوانب الوادي مما يؤدي إلى تغير شكل الوادي.

٢٤. **كوّن** فرضية حول كيفية عمل المياه العميقة والجليديات الضخمة على تعرية الصخور.

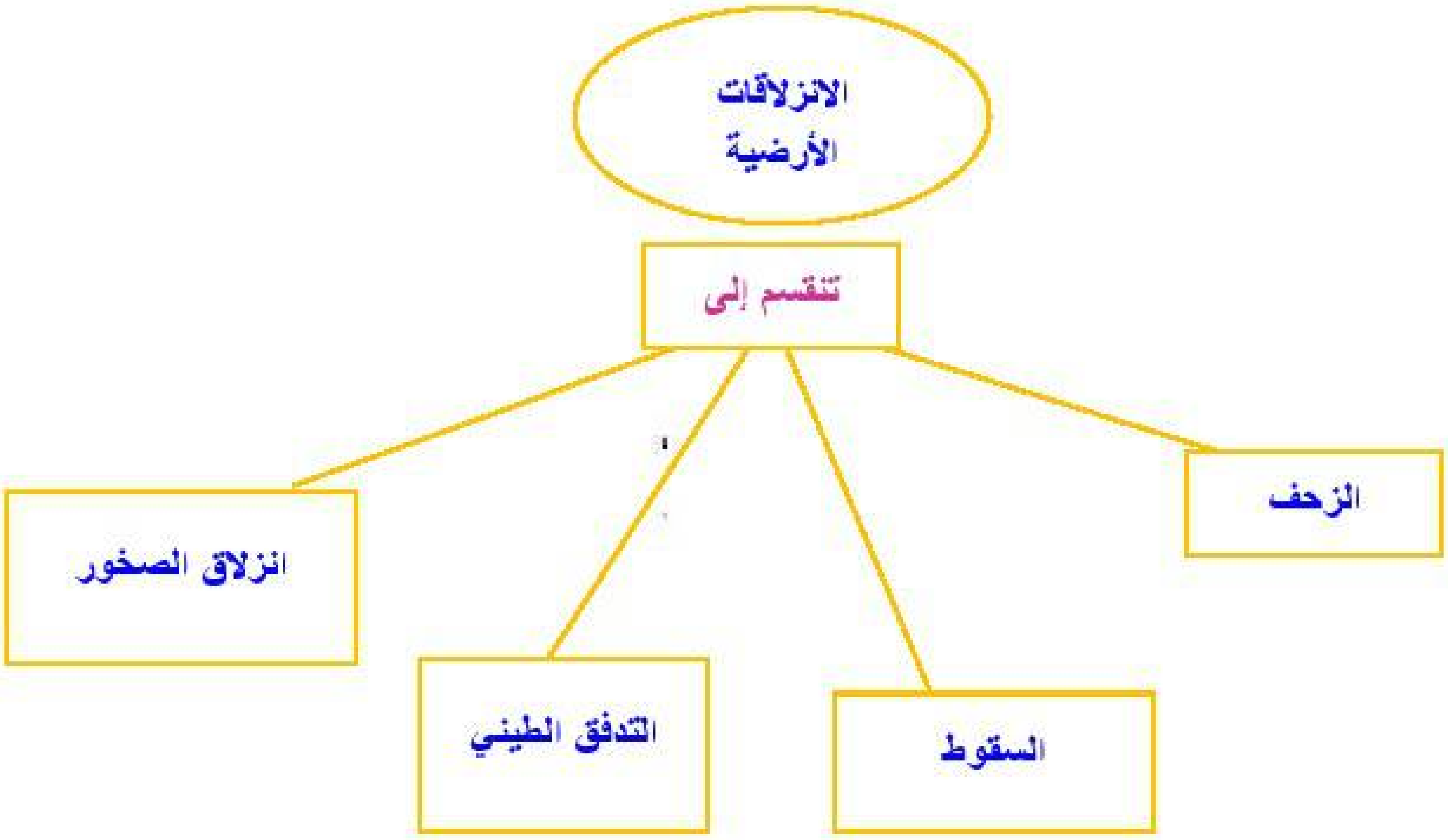
مقدار التعرية التي تحدثه المياه العميقة في الصخور يتوقف على: سرعتها وتركيب الصخر الأساس.

٢٥. **صنف** كلًّا من الكثبان الرملية والدلتا والرواسب الجليدية وفق العوامل التي ترسبها.

الكثبان الرملية: الرياح، الدلتا: الأنهار، الرواسب الجليدية: الجليد.

مراجعة الفصل ٦

٢٦. **خريطة المفاهيم** ارسم خريطة مفاهيم تبين فيها الأنواع المختلفة من حركات الكتل الأرضية.



٢٧. **ملصقات** استخدم صورًا من مجلات قديمة لعمل ملصق يوضح الأنواع المختلفة من التجوية والتعرية. واعرض ملصقك على الصف.

أنشطة تقويم الأداء

٢٨. **عمل نموذج** استخدم البوليستيرين، وألواح ورق مقوى والطين لعمل نموذج لإحدى الجليديات، موضحًا فيه جداول ماء تخرج من الجليديات، وحدد المناطق التي تحدث فيها التعرية والترسيب. واعرض نموذجك على زملائك.

تطبيق الرياضيات

٢٩. **تسلق الجبال** يقوم متسلقو جبل إفرست بالتسلق حتى مخيم القاعدة الذي يقع على ارتفاع ٥٤٠٠م. فإذا كانت قمة الجبل على ارتفاع ٨٨٥٠م فما نسبة ارتفاع المخيم بالنسبة لارتفاع القمة؟

نسبة ارتفاع المخيم = (٥٤٠٠/٨٨٥٠) × ١٠٠% = ٦١%.

الوحدة ٣ اختبار مقنن

الجزء الأول | أسئلة اختيار الإجابة

اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يلي:

١. ما المعدن الأكثر شيوعًا على سطح الأرض؟

أ. الكوارتز ✓ جـ. الفلسبار
ب. الكالسيت د. الجبس

٢. ما المادة الصلبة التي تتكون من أنماط متكررة من الذرات؟

✓ أ. البلورة جـ. الخام
ب. الحجر الثمين د. الصخر

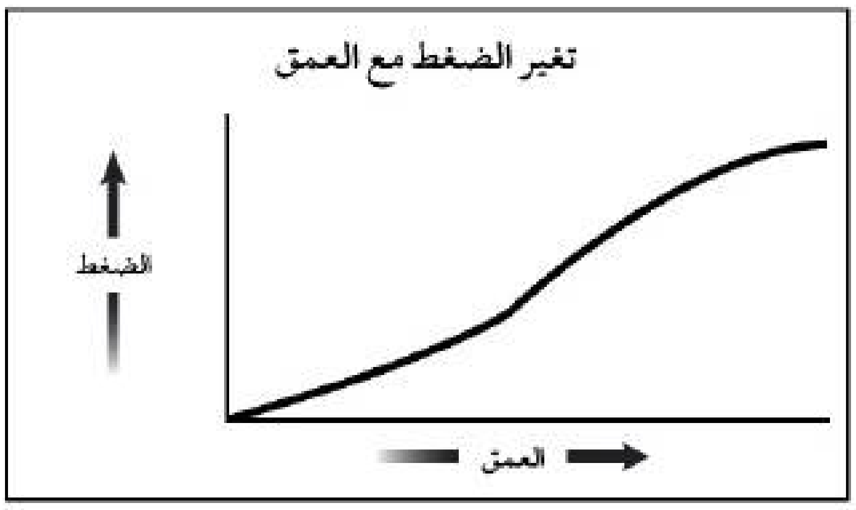
٣. ما الذي يغير الرسوبيات إلى صخر رسوبي؟

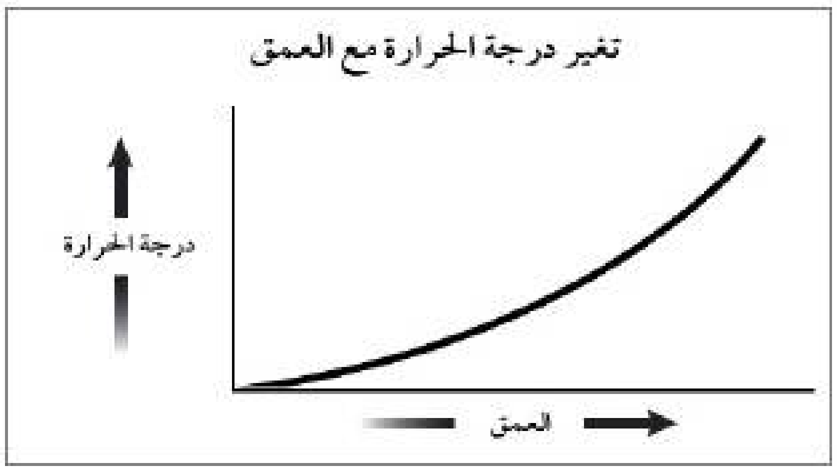
أ. التجوية والتعرية ✓ جـ. التراص والتماسك
ب. الحرارة والضغط د. الانصهار

٤. ما نوع الصخور التي تتشكل عندما تبرد الماجما؟

أ. رسوبية جـ. متحولة
ب. كيميائية ✓ د. نارية

استخدم الرسمين التاليين للإجابة عن السؤالين ٥ و ٦.





٥. ماذا يحدث للضغط عند الانتقال من باطن الأرض إلى سطحها؟

✓ أ. ينقص جـ. يزداد
ب. ينقص ثم يزداد د. يزداد ثم ينقص

٦. ماذا يحدث لدرجة الحرارة عند الانتقال إلى باطن الأرض؟

أ. ينقص ✓ جـ. تزداد
ب. تنقص ثم تزداد د. تزداد ثم تنقص

٧. ما نوع الجبال التي تتكون عندما تؤثر قوى الشد في الصفائح الأرضية في اتجاهين متعاكسين؟

✓ أ. الكتل المتصدعة جـ. الناهضة
ب. المطوية د. البركانية

٨. أي مما يلي يعد مثالاً على التجوية الميكانيكية؟

أ. الزحف ✓ جـ. الأكسدة
ب. الإسفين الجليدي د. الانزلاق

٩. أي مما يلـي يعد خليطًا من صخور تعرضت للتجوية، ومواد عضوية وهواء؟

أ. الدبال   جـ. المخلوقات الحية
ب. الصخر الأصلي   ✓د. التربة

١٠. مـا الاسـم العلمي الـذي يطلق علـى كتلـة مؤلفة من رسـوبيات ومـاء عندما تتحـرك على هيئـة عجينة إلى أسفل تل؟

أ. الزحف   ✓ جـ. التدفق الطيني
ب. انزلاق الصخور   د. التعرية

الجزء الثاني أسئلة الإجابات القصيرة

١١. ما أوجه الاختلاف بين الصخر والمعدن؟

الصخر مزيج من معادن ومكونات أخرى، أما المعادن فهي مواد متجانسة لها ترتيب ذري داخلي منتظم خصائص كيميائية محددة.

١٢. كيف تتشـكل الصخور الرسوبية العضوية؟ أعط مثالاً عليها.

تتشكل الصخور الرسوبية العضوية على بقايا الكائنات الحية مثل الحجر الجيري والفحم.

١٣. فيم تختلـف الصخور النارية السـطحية عن الصخور النارية الجوفية؟

الصخور النارية السطحية بردت بسرعة فتكونت من بلورات صغيرة، بينما الصخور الجوفية من بلورات كبيرة لأنها بردت ببطيء.

١٤. كيف تتعرف المعادن من خلال خصائصها الطبيعية؟

يمكن إجراء تجارب لتحديد الخصائص الطبيعية ثم مقارنة هذه الخصائص بقائمة الخصائص في جدول تحديد المعادن.

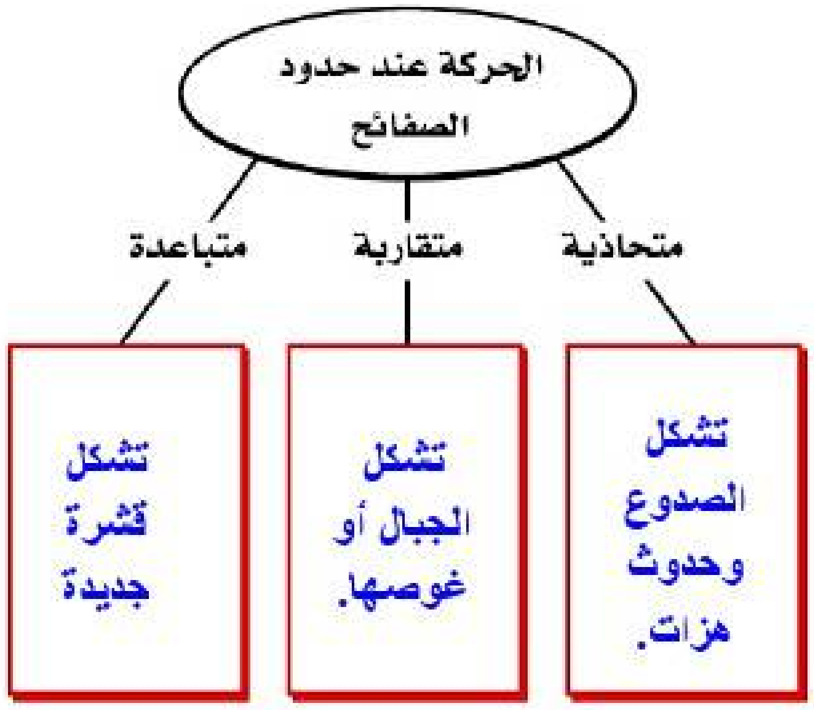
١٥. كيـف تُسـتخدم الموجـات الزلزاليـة لمعرفـة تركيب الأرض؟

تعتمد سرعة الأمواج الزلزالية على كثافة وطبيعة المواد التي تنتقل فيها، فتزداد سرعتها في المواد الصلبة وتقل في السوائل وتنتقل بسرعة أكبر في المواد الأكثر كثافة من المواد الأقل كثافة، ويستطيع الجيولوجيون معرفة تركيب باطن الأرض من سرعة الزلازل واتجاهها.

١٦. مـا سـبب حـدوث الـزلازل علـى حـدود الصفائـح الأرضية؟

قد يحدث أثناء عملية انزلاق الصفائح بجانب بعضها أن تتوقف الحركة بسبب تلاصق الصفيحتين في نقاط التماس وهذا يؤدي إلى تخزين طاقة حركية هائلة وتستمر تراكم الطاقة حتى تبلغ الحد الذي يتستطيع فيه فك التلاصق وتتحررطاقة كبيرة تحدث حركات عنيفة في القشرة.

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤال ١٧.



١٧. اكتب في الصناديق ما يحدث عند كل نوع من أنواع حركة الصفائح.

استخدم الصورة التالية للإجابة عن السؤال ١٨.

١٨. مستعينًا بالصورة، وضح كيف تتحرك الكثبان؟

كلما هبت الرياح فوق الكثيب الرملي تنتقل الرمال إلى أعلى ثم إلى أسفل وتسقط على الجانب الآخر وبهذه الطريقة تهاجر الكثبان الرملية.

١٩. ما أثر المناخ في تشكل الدبال؟

يتكون الدبال في المناخ الحار الرطب بكمية أكبر من المناخ الصحراوي؛ لأن المناخ الحار الرطب يتيح نمو النباتات التي تتحول فيما بعد إلى دبال.

٢٠. ما نوع الرسوبيات التي تنقلها الرياح؟

تحمل الرياح الرسوبيات مثل الطن وحبيبات الرمل وتترك الحبيبات التي لاتستطيع حملها.

الجزء الثالث أسئلة الإجابات المفتوحة

٢١. ما أهمية المعادن للمجتمع؟

تعتمد المجتمعات على المعادن في صناعات هامة مثل البناء والكيماويات والسيارات.

٢٢. قارن بين انفصام المعدن ومكسره.

يحدث انفصام المعدن عندما ينكسر وفق مستوى سطح أملس ويحدث المكسر عند كسر المعدن وفق سطوح عشوائية غير منتظمة.

٢٣. أكمل الشكل التالي لتبين نوع الصخر الذي سيتكون بفعل الحرارة والضغط في كل حالة مما يلي.

الجرانيت	← حرارة وضغط	**النايس**
الحجر الرملي	← حرارة وضغط	**الكوارتز**
الحجر الجيري	← حرارة وضغط	**الرخام**

٢٤. لماذا يجب أن تعالج الخامات بعد تعدينها؟

لاستخلاص المعادن وتنقيتها من الشوائب غير المرغوب فيها.

٢٥. ما الفرق بين الصخر الجرانيتي الناري والصخر البازلتي الناري؟

الصخر الجرانيتي الناري: لونه فاتح ويحتوي على سليكا أكثر من البازلتي ويتميز بكبر حجم بلوراته، أما الصخر البازلتي فبلوراته صغيرة بسبب سرعة تبرده.

٢٦. قارن بين لب الأرض الداخلي ولبها الخارجي.

اللب الخارجي والداخلي: يوجدا في باطن الأرض تحت ضغط وحرارة هائلين وكلاهما يتكون من معادن.
اللب الداخلي: صلب و يتعرض لضغط أكثر بفعل الجاذبية.
اللب الخارجي: يتكون من معادن مصهورة وحدود غير متجانسة.

٢٧. كيف توصلنا إلى أن اللب الخارجي للأرض في الحالة السائلة ؟

تنخفض سرعة أوتقف الموجات الزلزالية عندما تصل إلى اللب الخارجي الأقل كثافة من الستار وتتسارع الموجات مرة أخرى عندما تنتقل إلى اللب الداخلي الصلب.

الجزء الثالث أسئلة الإجابات المفتوحة

٢٨. قارن بين التجوية الميكانيكية والتجوية الكيميائية.

كلاهما تسبب تفتت الصخر ولكن التجوية الميكانيكية لاتسبب تغير في تركيب الصخر ويحدث بسبب عوامل عديدة منها وتد الجليد والنباتات والحيوانات.

أما التجوية الكيميائية: فهي تغير من تركيب الكيميائي الصخور وتحدث بتأثير الحموض الطبيعية ومنها حموض النبات.

٢٩. كيف تؤثر دورات التجمد والانصهار على التجوية والتعرية؟

الانصهار والتجمد يسببان وتد الجليد، ينساب الماء في شقوق الصخور وعندما يتجمد يتمدد الجليد مسببا تشقق الصخور.

استخدم الرسم التالي للإجابة عن سؤال ٣٠.

٣٠. وضح بالتفصيل نوع التجوية التي حدثت، وصف نوع البيئة التي حدثت فيها.

- التجوية التي حدثت كيميائية.
- وحدثت في بيئة رطبة وحارة.